

THÈSES

PRÉSENTÉES

à la Faculté des Sciences
de l'Université de Lyon

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR ÈS SCIENCES MATHÉMATIQUES

PAR

Agop TERZAN

1^{re} THÈSE : Étude photométrique de la condensation centrale de la
Galaxie.

2^e THÈSE : Propositions données par la Faculté.

Soutenues le 29 mai 1965 devant la Commission d'examen :

MM. J. DUFAY

M. DUFAY

J. H. BIGAY

Président,

Examineurs.

ÉDITIONS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

15, Quai Anatole-France

PARIS 7^e

THÈSES

PRÉSENTÉES

à la Faculté des Sciences
de l'Université de Lyon

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR ÈS SCIENCES MATHÉMATIQUES

PAR

Agop TERZAN

1^{re} THÈSE : Étude photométrique de la condensation centrale de la
Galaxie.

2^e THÈSE : Propositions données par la Faculté.

Soutenues le 29 mai 1965 devant la Commission d'examen :

MM. J. DUFAY

Président,

M. DUFAY

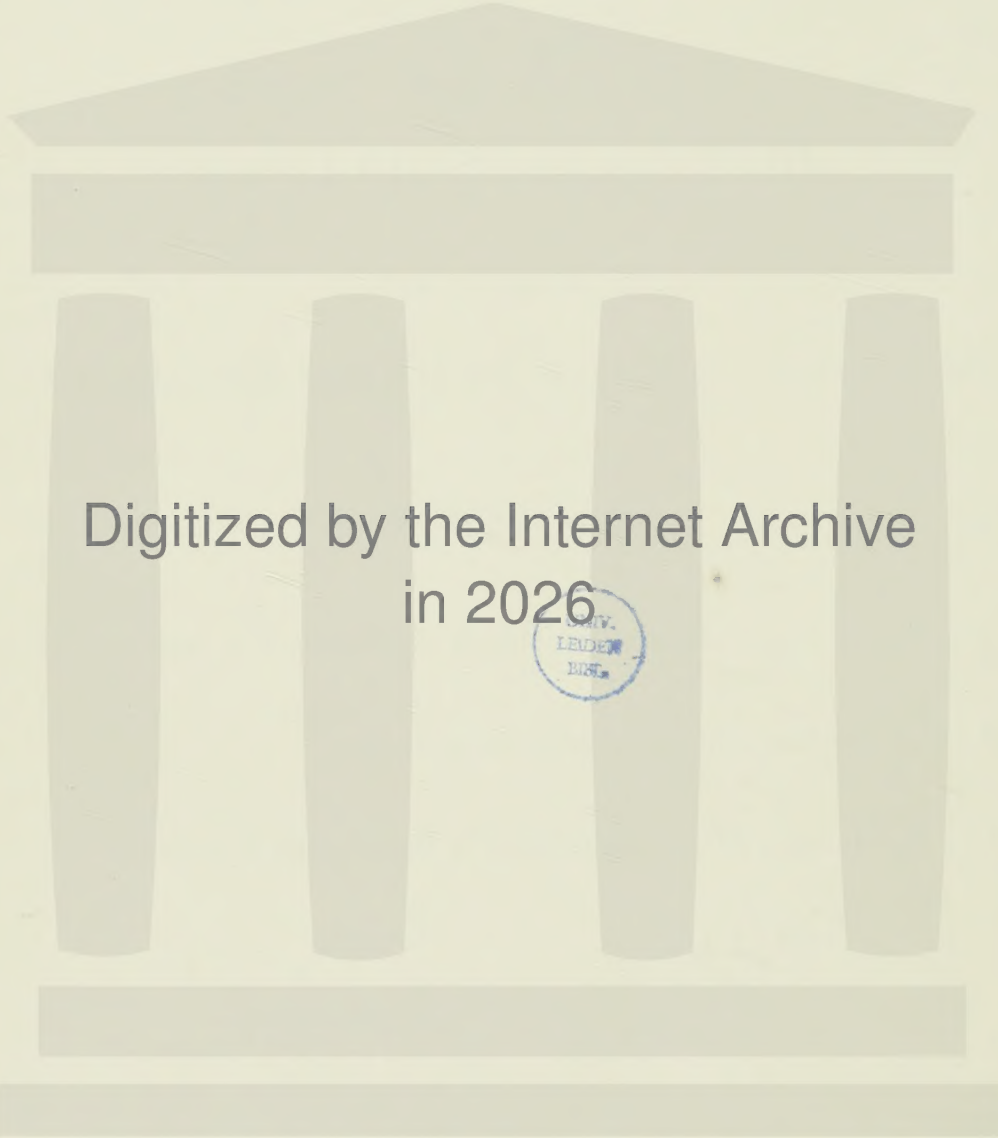
J. H. BIGAY

{ Examineurs.

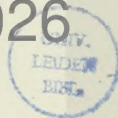
ÉDITIONS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

15, Quai Anatole-France

PARIS 7^e



Digitized by the Internet Archive
in 2026



https://archive.org/details/IA41553428_0031

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

DOYENS HONORAIRES

MM. LONGCHAMBON, MOUSSA, GAUTHIER Henri.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. LOCQUIN, DE LARAMBERGUE, SOLLAUD, MENTZER, MOUSSA, JAFFARD, EYRAUD Henri, DEJARDIN, VIRET.

DOYEN

M. BRACONNIER.

ASSESEURS

MM. MESNARD, BOIDIN.

PROFESSEURS

MM. LONGCHAMBON	Minéralogie.	MM. PÉRÈS	Physiologie.
PRETTRE	Chimie industrielle.	MESNARD	Électronique.
COURTY	Chimie-Physique.	GRANDMONTAGNE	Physique.
KUHNER	Botanique.	BOUTILLIER	Minéralogie.
MALECOT	Mécanique rationnelle et appliquée.	LAFOUCRIÈRE	Physique nucléaire théorique.
PARIS	Chimie minérale.	DREUX	Chimie organique.
AUMERAS	Chimie générale II.	TEICHNER	Chimie industrielle.
COLONGE	Chimie organique.	PAVANS DE CECCATTY .	Zoologie.
JANIN	Physique générale.	MERLIN	Chimie analytique.
FLANDRIN	Géologie appliquée.	DUFAY Maurice	Physique de l'Atmo- sphère.
BERNARD	Physique industrielle.	LUBET	Physiologie.
DUFAY Jean	Astronomie.	PHILBERT	Physique nucléaire.
NIGON	Zoologie expérimentale.	COHEN-ADAD	Chimie.
GAUTHIER Henri	Géologie générale.	DAVID Louis	Géologie générale.
WAUTIER	Zoologie.	CHANEL	Psychophysiologie.
CHOPIN	Chimie biologique.	MAURY	Méthodes Mathéma- tiques de la Physique.
CUEILLERON	Chimie.	DEPRAZ	Physique nucléaire.
BRACONNIER	Calcul différentiel et intégral.	GAUTHIER Jean	Chimie.
EYRAUD Charles	Chimie-Physique appli- quée.	GAUME	Physique expérimen- tale.
SARAZIN	Physique nucléaire.		
BOIDIN	Microbiologie et Myco- logie.		

PROFESSEURS SANS CHAIRE

MM. FÉRON	Mathématiques.	MM. CHENEVOY	Géologie appliquée.
LAFORGUE	Physique.	GINET	Zoologie.
LEGAY	Zoologie expérimen- tale S. P. C. N.	ASCH	Physique.
UZAN	Physique S. P. C. N.	MICHEL Pierre	Minéralogie.
		DUCET	Biologie végétale.

M^{lle} MAITROT Physique.
 MM. GEVIN Géologie générale.
 PONASSE Mathématiques.
 D'INCAN Physique.
 LEFEBVRE Mathématiques.

MM. PERNET Mathématiques.
 CHERY Physique.
 BERGEON Physique C. S. U.
 M^{lle} GAUTHERON Chimie biologique.

MAITRES DE CONFÉRENCES

M^{me} ERICSON Physique générale.
 MM. MARTEL Mécanique.
 MATHIEU Mécanique des Fluides.
 ERBELA Physique.
 DESCOTES Chimie organique.
 PICARD Philippe Mathématiques.
 LEMOIGNE Botanique.
 DEMARCO Géologie générale.
 MICHEL Georges Biochimie.
 LEBRETON Biologie végétale.
 DAVID Jean Biologie animale.

MM. TOUSSET Chimie propédeutique.
 FEUVRAIS Physique Électricité.
 PICARD Claude Mathématiques.
 SCHMITT Physique M. P. C.
 LAURENT Chimie organique.
 ROT Mathématiques.
 BETHOUX Mathématiques T. M. P.
 M^{lle} CALAIS Mathématiques C. S. U.
 MM. GUSAKOW Physique.
 M^{lle} THOMAS Chimie Minérale.

MAITRE DE CONFÉRENCES ADJOINT

M. PIERRON Chimie.

CONSEILLER ADMINISTRATIF

M. BURNET

SECRÉTAIRE PRINCIPAL HONORAIRE

M. Roux

ÉTUDE PHOTOMÉTRIQUE DE LA CONDENSATION CENTRALE DE LA GALAXIE

Par Agop TERZAN

(Observatoire de Lyon, France)

RÉSUMÉ. — La détermination des magnitudes bleues, rouges (en partie) et infrarouges ($\lambda_m = 0,44, 0,64$ et $0,83 \mu$) de 2600 étoiles, voisines du centre galactique (nuage « B ») est faite avec le photomètre à iris variable (Sartorius) de l'Observatoire de Lyon. Les clichés sont pris aux foyers newtonien des télescopes de 81 et 193 cm de l'Observatoire de Haute Provence.

Les relations existantes entre les m_{pg} , m_r et m_{ir} montrent que les indices de couleur C_{pg-ir} et C_{pg-r} croissent avec la magnitude photographique. Plus les étoiles sont faibles, plus elles sont rouges. Les nuages « A » et « B » semblent peuplés de manière semblable et il est possible que la population II y soit largement représentée.

La découverte, sur nos clichés infrarouges, de 271 nouvelles étoiles variables, autour de l'étoile 45 Ophiuchi et de l'amas O. H. P. n° 1, met en évidence une autre analogie entre les populations des deux régions (nuages stellaires « A » et « B ») et l'évaluation de la densité superficielle dans le nuage « B » (217 étoiles variables par degré carré) confirme l'appartenance de celui-ci à la condensation centrale.

Devant l'amas O. H. P. n° 1, les évaluations directes et indirectes nous conduisent à une absorption interstellaire : $A_{pg} = 5,00$ magn. un peu plus petite que pour l'ensemble du nuage « B » : $A_{pg} = 5,50$ magn.

La distance moyenne du Soleil au centre de la Galaxie est évaluée à : $R_0 = 10,5 \pm 0,5(?)$ kiloparsecs, en bon accord avec l'ensemble des recherches récentes.

SUMMARY. — The blue, red and infrared magnitudes ($\lambda_m = 0.44, 0.64$ et 0.83) of 2600 stars close to the galactic center (B cloud) have been measured with a Sartorius photometer in Lyon Observatory. The plates were obtained at the newtonian focus of the 81 cm and 193 cm telescopes in Haute Provence Observatory.

The relations between m_{pg} , m_r and m_{ir} show that the colour indices C_{pg-ir} et C_{pg-r} increase with photographic magnitude. The weaker the stars, the redder they are. Clouds A and B seem populated in the same way and it is possible that population II is present to a large extent.

On our infrared plates, 271 new variable stars have been discovered around 45 Oph and O. H. P. 1 cluster. This is another common characteristic of stellar clouds A and B. The evaluation of the surface density in cloud B (217 variable stars per square degree confirms that it belongs to the central condensation.

In the O. H. P. 1 cluster, direct indirect methods give the value $A_{pg} = 5,50$ magn. for interstellar absorption, slightly smaller than in cloud B : $A_{pg} = 5,50$ magn.

The mean distance from the Sun to the Galactic Center is found to be $R_0 = 10,5 \pm 0,5(?)$ kpc in good agreement with other recent results.

Резюме. — Определение синих, красных (частью) и инфракрасных величин ($\lambda_m = 0,44, 0,64$ и $0,83 \mu$) 2600 звезд в окрестности галактического центра (облако « B ») произведено при посредстве фотометра с переменной и рисовой диафрагмой (сарториус) лионской Обсерватории. Снимки сделаны в ньютоновских фокусах 81 и 193-сантиметровых телескопов Обсерватории Верхнего Прованса.

Существующие между m_{pg} , m_r соотношения показывают, что показатели цвета C_{pg-ir} и C_{pg-r} растут с фотографической величиной. Чем звезды слабее, тем они более красны. Облака « A » и « B » по-видимому населены сходным образом и возможно, что население II в них широко представлено. Обнаружение на наших инфракрасных снимках 271 новых переменных звезд вокруг звезды 45 Змееносца и скопления О. Н. Р. N 1 выявляет и другую аналогию между населенными двух областей (звездные облака « A » и « B ») и оценка поверхностной плотности в облаке « B » (217 переменных звезд на квадратный градус) подтверждает принадлежность этого последнего к центральному сгущению.

Вперед скопления О. Н. Р. N 1 прямые и косвенные оценки приводят нас к межзвездному поглощению : $A_{pg} = 5,50$ велич. немногим меньше чем для совокупности облака « B » : $A_{pg} = 5,50$ велич.

Среднее расстояние от Солнца до центра Галактики оценено : $R_0 = 10,5 \pm 0,5 (?)$ килопарсек, в хорошем согласии со всеми новыми исследованиями.

INTRODUCTION

L'étude optique et surtout radioélectrique de la Galaxie conduit à penser qu'il s'agit d'une spirale de la classe Sb analogue à celle d'Andromède. Elle devrait donc montrer, autour d'un noyau de très petites dimensions, une condensation centrale volumineuse, constituée par un nuage d'étoiles très dense appartenant surtout à la population II.

Or l'observation photographique courante ne montre pas une densité d'étoiles considérable autour de la direction du centre. Cette région est en effet masquée par des nuages de poussières très absorbantes pour les radiations visibles et bleues. Comme leur absorption diminue vers les grandes longueurs d'onde, il était indiqué de chercher à percer ces nuées au moyen des radiations du proche infrarouge. Les travaux de STEBBINS et WHITFORD, de KALINIAK, KRASSOVSKY et NIKONOV, puis de J. DUFAY et J. H. BIGAY ont effectivement conduit à déceler, autour du centre, une forte concentration d'étoiles, invisibles en lumière jaune et bleue.

Ce nuage stellaire avait déjà été pratiquement résolu en étoiles individuelles à l'Observatoire de Haute Provence, quand j'ai entrepris les recherches qui font l'objet de ce mémoire. Mais il était très important d'étudier la population du nouveau

nuage stellaire en déterminant, en plusieurs couleurs, les magnitudes d'un grand nombre des étoiles qui le composent.

Ce travail de longue haleine présentait de sérieuses difficultés. La région du centre galactique n'est observable que pendant deux lunaisons d'été à peine, à une latitude voisine de $+44^\circ$, et dans des conditions souvent peu favorables, en raison de sa proximité de l'horizon. D'autre part, on manquait des séquences de magnitudes appropriées, surtout dans le proche infrarouge.

La recherche des étoiles variables présentait par ailleurs un grand intérêt, en raison de la très forte densité que montrent celles-ci dans la région voisine du grand nuage du Sagittaire. J'ai pu en découvrir, sur mes clichés infrarouges, plusieurs centaines autour du centre galactique et montrer que le nuage stellaire invisible en bleu semblait présenter une composition semblable à celle du grand nuage du Sagittaire.

L'ensemble de ces recherches conduit à une valeur de l'absorption interstellaire dans la direction du centre galactique et permet d'évaluer d'une nouvelle manière la distance du Soleil au Centre.

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE I

Observations et mesures

1. RECHERCHES ANTÉRIEURES.

L'application des radiations de grandes longueurs d'ondes comme moyen d'observation directe a été tentée pour la première fois en 1945 par J. STEBBINS et A. E. WHITFORD [1]. A l'aide d'une cellule au Caesium oxydé sur argent et d'un filtre approprié (longueur d'onde effective $\lambda = 1,03 \mu$) ils ont pu mettre en évidence un maximum d'émission infrarouge dans la direction centrale de la Galaxie, qui est une région pauvre en étoiles sur les photographies ordinaires ($\lambda = 0,445 \mu$).

La surface explorée s'étend entre 321 et 331° de longitude l^I , allant jusqu'à 2° de part et d'autre du plan galactique. Les tracés photométriques

obtenus pour différents δ , en arrêtant le mouvement de l'équatorial et en laissant défiler le ciel sur la cathode de la cellule, font apparaître un accroissement de brillance de l'ordre de 20 % par rapport aux régions voisines. Cette zone de maximum d'émission infrarouge paraît occuper approximativement une aire elliptique s'étendant sur 8° de longitude et 4 à 5° de latitude, avec un centre à $l^I = 326^\circ,5$ environ. Le grand axe de cette ellipse est parallèle à l'équateur galactique.

En 1949, au moyen d'un convertisseur d'images électroniques (longueur d'onde moyenne $\lambda = 0,98 \mu$ très voisine à celle de STEBBINS et WHITFORD), A. A. KALINIAK, W. J. KRASSOVSKY et B. NIKONOV [2], ont photographié la condensation centrale. Leur équipement de détection est composé

d'un objectif à très court foyer ($f = 6$ cm) — précédé d'un filtre arrêtant le rayonnement visible — qui projette l'image du ciel sur la photocathode semi-transparente d'un convertisseur d'images électronique. Les photons infrarouges arrachent à cette cathode des électrons qui sont focalisés par un champ électrique sur un écran très mince (lame de mica de 5 à 20 microns d'épaisseur) enduit d'une matière fluorescente. L'image électronique est ainsi transformée en une image visible qui impressionne la plaque photographique, au contact de la paroi postérieure de la lame. Les clichés ainsi obtenus mettent en évidence l'existence d'un deuxième nuage brillant — nuage B — au-dessus du grand nuage du Sagittaire — nuage A — entre eux s'étend une bande sombre; C. Les isophotes tracés par l'étude photométrique de ces plaques rappellent la distribution des intensités obtenue par STEBBINS et WHITFORD [3].

Observations photographiques.

Photographie directe.

Reprenons l'étude de la courbe d'absorption de STEBBINS-WHITFORD-DIVAN et cherchons la possibilité de l'observation photographique de ces régions centrales par la photographie directe. Il est certain qu'en utilisant des filtres appropriés, nous pouvons isoler une bande spectrale de longueur d'onde moyenne $0,81 \mu$ ou $0,83 \mu$. Pour ces radiations le coefficient d'absorption n'est guère plus grand que vers 1μ , car la courbe est très aplatie dans le proche infrarouge. De plus, la brillance de la haute atmosphère due essentiellement, dans cette région spectrale, aux bandes de vibration-rotation de la molécule OH, est bien plus faible [4]. Ainsi, tant que l'absorption n'est pas trop grande (5,0 magn. en bleu), le contraste avec les régions du ciel environnantes peut-il être accentué quand on utilise la plus courte de ces deux longueurs d'ondes.

En conclusion, plus on augmente le facteur de transmission en accroissant la longueur d'onde du rayonnement utilisé, moins on gagne en contraste dans la photographie directe. Montrons-le par un exemple numérique : comparons les absorptions a en magnitude et le rapport de facteur de transmission interstellaire T , pour les longueurs d'ondes $0,426 \mu$, $0,810 \mu$ et $0,980 \mu$, en supposant, par exemple, une absorption de 5 ou 10 magnitudes pour $\lambda = 0,426 \mu$. La première de ces longueurs d'ondes correspond aux observations photographiques usuelles, la seconde aux photographies dans le proche infrarouge sur plaque IN avec un filtre approprié (Ilford 207) et la troisième au

convertisseur d'images électroniques ou à une cellule Caesium oxydé sur argent. D'après la courbe d'absorption :

λ	$0,426\mu$	$0,810\mu$	$0,980\mu$
a	5,0 magn.	1,70 magn.	0,975 magn.
T	0,01	0,21	0,41
a	10,0 magn.	3,40 magn.	1,95 magn.
T	0,0001	0,0436	0,1666

ainsi, pour une absorption photographique de 5,0 magnitudes de $0,426 \mu$ à $0,810 \mu$ le gain est de 21 fois ; de $0,426 \mu$ à $0,980 \mu$ le gain est de 41 fois et de $0,810 \mu$ à $0,980 \mu$ nous gagnons à peu près 2 fois. De même, pour une absorption photographique de 10,0 magn. de $0,426 \mu$ à $0,810 \mu$ le gain est de 436 fois, de $0,426 \mu$ à $0,980 \mu$ le gain est de 1666 fois et de $0,810 \mu$ à $0,980 \mu$ nous gagnons à peu près 3,8 fois.

Guidé par ces conclusions, en 1952, J. DUFAY et ses collaborateurs ont pu photographier pour la première fois et avec grand succès, la région centrale de la Voie lactée par *photographie directe*. Les premiers clichés ont été obtenus d'abord à l'Observatoire de Lyon par J. H. BIGAY avec son télescope Schmidt (longueur focale 58,5 cm, ouverture relative $f/1,7$) ensuite à l'Observatoire de Haute Provence avec un petit objectif de Cojan (Société générale d'Optique, $f = 16$ cm, $f/2$) puis avec le télescope Schmidt de A. COUDER ($f = 59,4$ cm, $f/2$) et enfin au foyer newtonien du télescope de 81 cm ($f = 480$ cm, $f/6$) avec lequel le nuage stellaire B a pu être résolu complètement en étoiles [5 à 7]. A la même époque, D. OSTERBROCK et S. SHARPLESS [8] ont publié une photographie de la région obtenue dans des conditions semblables mais avec un appareil à grand champ (140°) de GREENSTEIN et HENYEV.

2. OBSERVATIONS.

En 1959, nous avons entrepris l'étude de la structure de la Voie Lactée dans la direction du centre galactique en déterminant par photométrie photographique dans une aire limitée, les magnitudes des étoiles faibles. La plupart d'entre elles font partie du nuage brillant B (invisible en bleu) et auquel est associé l'amas globulaire O. H. P. n° 1 [9 à 13].

Les magnitudes sont déterminées en trois couleurs (m_{bleu} , bleu ; m_r , Rouge ; m_{ir} , infrarouge) par

comparaison avec la Selected Area n° 57 observée à la même hauteur au cours des mêmes nuits et dernièrement, avec la région étudiée par W. BAADE [14] autour de l'amas globulaire N. G. C. 6522.

Pour la Selected Area n° 57 on dispose de quelques mesures photoélectriques de G. E. KRON et J. L. SMITH [15] en rouge et dans le proche infrarouge pour des longueurs d'ondes efficaces très voisines des nôtres et aussi d'une bonne séquence de magnitudes photographiques du Mount Wilson Catalogue [16], ramenée à l'échelle internationale par J. STEBBINS, A. E. WHITFORD et H. L. JOHNSON [17].

Les clichés sont pris aux télescopes de 81 et 193 cm de l'Observatoire de Haute Provence avec un même temps de pose, à la même hauteur sur l'horizon autant que possible et développés en même temps dans les mêmes conditions. Les mesures sont faites avec un photomètre à iris (Sartorius) par la méthode de SCHILT ⁽¹⁾ à l'Observatoire de Lyon. Elles rassemblent les magnitudes m_{vg} et m_{ir} de 2600 étoiles autour du centre galactique (dont 900 sont observées en trois couleurs B, R, IR), 309 étoiles (m_{vg} , m_r , m_{ir}) dans la Selected Area n° 57 et 63 + 130 étoiles (m_{vg} , m_r , m_{ir}) dans et autour de l'amas globulaire N. G. C. 6522. D'après l'ensemble de toutes ces mesures la précision obtenue (avec 4 lectures au moins par couleurs et par étoile et 14 au plus) est $\varepsilon = \pm 0,08$ magn. en bleu et $\varepsilon = \pm 0,05$ magn. en rouge et infrarouge. Elle est surtout limitée par l'hétérogénéité du fond de plaque.

3. INSTRUMENT DE MESURES.

Le photomètre à iris variable Sartorius.

Description. — Les mesures de magnitudes sont faites par la méthode de SCHILT au moyen d'un

^{(1) Méthode de Schilt.} — Éclairons sur cliché un cercle dont la surface S est de l'ordre de grandeur des images stellaires. Soit E_0 l'éclairement uniforme sur la surface d'entrée de la plaque. Un élément de surface dS reçoit le flux $dF_0 = E_0 dS$, le cercle entier le flux $F_0 = E_0 S$. Si T est le facteur de transmission de l'élément dS , le flux sortant de celui-ci est $dF = T \times E_0 \times dS$ et le flux total émergent a pour expression

$$F = E_0 \int_S T \times dS.$$

Une partie de l'opacité provient nécessairement du voile de fond de la plaque (lumière du ciel nocturne et voile chimique). On en tient compte en faisant une lecture semblable sur le fond de la plaque au voisinage de l'étoile. On mesure donc en définitive le rapport

$$F/F_0 = 1/S \int_S T \times dS = T.$$

C'est le facteur de transmission moyen à l'intérieur du cercle éclairé (voile du fond déduit).

photomètre à iris variable (Sartorius), fonctionnant suivant une méthode de zéro, dont le récepteur est une cellule à multiplicateur d'électron [18].

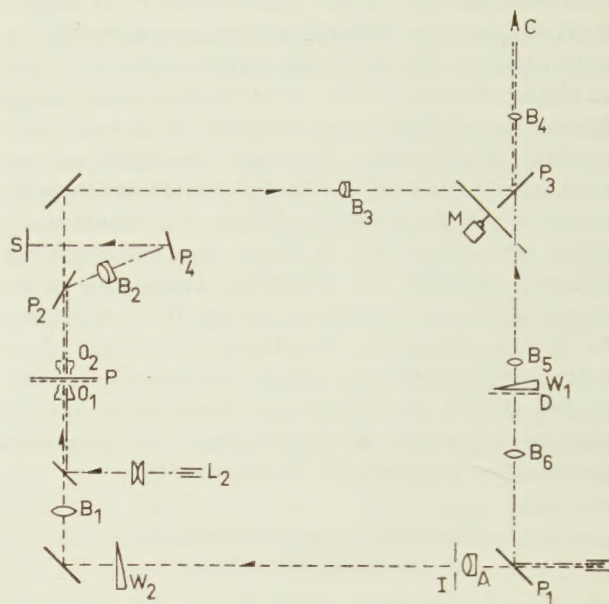


FIG. 1. — Schéma des circuits optiques du photomètre à iris variable (Sartorius).

Un flux lumineux, partant d'une lampe photométrique à bande, L_1 , passe par un diaphragme-iris, dont un objectif de microscope O_1 projette une image réduite sur la plaque photographique P, traverse un deuxième objectif de microscope O_2 , un miroir semi-argenté P_2 et réfléchi par P_3 , tombe sur la cellule C. Un deuxième flux, provenant de la même source L_1 , traverse successivement un diaphragme D, un coin absorbant dégradé W_1 (servant de tare dont la position choisie au début de chaque série de mesures demeure invariable pendant celle-ci) le miroir semi-argenté P_3 , pour arriver à son tour sur C. Un « œil magique » E, signale l'égalisation de l'intensité de ces deux flux lumineux. Quand l'image d'une étoile est centrée sur celle de l'iris, formée sur P, une partie de la lumière du premier flux lumineux est absorbée. Pour égaliser les flux, on agit sur l'ouverture de l'iris. Une échelle arbitraire, attachée au mouvement de l'iris, indique la mesure de la variation de flux produit par l'image de l'étoile. Cette mesure est indépendante de l'intensité de la lampe L_1 . La mise au foyer de l'image de l'iris et des grains de la plaque photographique, dans un plan perpendiculaire au premier faisceau, est observable sur un écran S.

L'iris est composé de 12 lamelles de 0,1 mm d'épaisseur. L'ouverture effective est de 60 mm au maximum et le plus petit trou qu'on puisse obtenir

est de 1,2 mm mais pour la bonne conservation et le bon usage des lamelles, il y a une butée à 2 mm. La lecture de l'ouverture est liée à une échelle de 296 parties et ces divisions sont projetées sur le bord du photomètre avec un grossissement de 2,

permettant l'estimation du dixième de division.

L'erreur moyenne d'une seule lecture de l'iris croît vers les étoiles faibles et peut d'un cliché à l'autre devenir très importante, 0,1 — 0,2 magn. (tableau I).

TABLEAU I

N° (S. A. 57)	m_{pg}	$\bar{l}$	n	INTERVALLE	e POUR UNE SEULE LECTURE DE L'IRIS	
					$\bar{l}$	m
94	9.04	201.9	8	201.6 — 202.2	± 0.25	± 0.035
47	9.92	188.7	8	188.2 — 189.3	0.41	0.038
237	10.04	187.4	8	186.5 — 188.1	0.55	0.042
252	12.58	148.8	8	148.3 — 149.2	0.26	0.040
251	13.57	138.0	8	137.5 — 138.1	0.20	0.041
112	13.94	127.7	8	127.2 — 127.9	0.28	0.050
55	14.96	119.5	8	119.0 — 120.0	0.34	0.054
74	15.46	116.0	8	115.8 — 116.2	0.15	0.054
101	16.28	105.8	8	105.4 — 106.0	0.23	0.068
67	16.89	102.6	8	102.1 — 103.0	0.37	0.111
110	17.54	97.8	8	97.4 — 98.0	0.20	0.190
91	18.10	97.0	8	96.7 — 97.1	0.14	0.245

Le rythme de mesure est de 80-90 étoiles à l'heure, avec deux lectures de l'iris et le relevé de position de l'étoile, X et Y. Sans ces deux dernières coordonnées, nous avons pu mesurer 110-120 étoiles par heure, ce qui montre l'avantage de l'instrument.

L'égalisation des deux faisceaux lumineux, arrivés alternativement à la cellule photoélectrique C, par le secteur tournant R, est observée au moyen de l'œil magique E. Une glace semi-argentée P_3 , située rigoureusement dans la direction de l'axe du moteur et perpendiculaire au plan des faisceaux, reçoit les deux faisceaux sur une même petite aire et les envoie, par réflexion ou transmission, dans la cellule C. En cas de dérèglement de la position de P_3 , l'arrivée des signaux n'étant pas centrée sur le même point en C, l'image des bras de l'œil magique E. (Δ) devient floue, rendant très difficile l'estimation de la stabilisation ou de l'équilibrage des intensités et la répétition des mesures donne des valeurs très différentes de l'iris, pouvant facilement introduire une erreur de l'ordre de 0,1 magn.

Pour une meilleure condition de lecture, l'écartement des bras (Δ) doit faire un angle d'environ 60°. En cours de mesure, surtout pour de longues séances, la réponse de la cellule peut diminuer et les bras se ferment en donnant une ouverture infé-

rieure à 45°. Les mesures restent indépendantes de la tension aux bornes de la cellule et du facteur d'amplification.

La variation du point-zéro.

L'instrument permet l'application de deux méthodes principales de mesures pour la détermination des magnitudes photographiques :

— maintien de l'ouverture de l'iris sur une valeur constante et lecture du rapport des densités optiques des plages en déplaçant le coin ;

— mesure des ouvertures d'iris, pour une position constante du coin (méthode de SCHILT).

La précision des résultats est du même ordre. Mais malgré l'indépendance des mesures, et de l'intensité de la lampe L_1 , quand les séances de mesures excèdent une durée de quelques heures, on constate une variation du point-zéro de l'ordre de quelques centièmes de magnitude. Cette variation a un rapport direct d'une part avec la température de la salle, où se trouve le photomètre, d'autre part avec les sources de chaleurs intérieures à l'instrument même : L_1 , moteur du secteur tournant M, tubes électroniques, lampes de lecture et d'éclairage du champ. La stabilisation du point-zéro demande un temps plus long par temps froid et humide, obligeant à installer l'ins-

trument dans une salle à température presque constante (chauffage central) à l'abri de toutes sortes de courants d'air pouvant provoquer un changement brusque de température. En ce qui concerne l'effet thermique de chacune de ces sources de chaleurs se trouvant sur l'instrument même :

1) La lampe L_1 . C'est une lampe à bande de 6 V, 100 Watt (type 6002 E, Philips), placée dans un renfoncement à l'arrière de l'instrument et suffisamment isolée pour ne point produire d'effet appréciable sur la variation du point-zéro, pendant des séances de mesures. Dans les 10 premières minutes après la mise en marche du photomètre — temps nécessaire au chauffage de la lampe — elle a une influence certaine sur la variation de la valeur du point -zéro, mais la stabilisation est assez rapide. Signalons que chaque changement de la lampe L_1 demande des réglages précis car, pour avoir un éclairage homogène, il faut que la bande soit rigoureusement projetée au centre de l'iris.

2) Le moteur synchronisateur M. C'est un moteur qui assure le mouvement du secteur tournant. Il est suspendu dans le photomètre même et son axe coïncide avec la bissectrice de l'angle droit, formé par les deux rayons lumineux. En état de fonctionnement, sa température atteint environ 60° C et c'est cette température qui peut être la source principale de la variation [19].

3) Les tubes et l'équipement électroniques. Ils sont groupés et placés à l'extérieur et au-dessus du photomètre, donc la chaleur dégagée ne peut avoir aucune influence sur les mesures.

4) Les petites lampes. Comme quatrième source probable de chaleur, on peut compter, d'une part les petites lampes de lecture — 6 V, 2W — et d'autre part la lampe d'éclairage du champ — 6 V, 15 W, 7005 Osram — qui projette l'image de l'étoile ou celle de l'iris sur l'écran S. La chaleur dégagée par ces lampes de faible puissance est très petite par rapport aux trois sources précédentes. Elles sont toutes placées dans des tubes, dispersées un peu partout et souvent à l'extérieur de l'instrument.

La courbe de la variation du point-zéro, observée par K. K. KWEE [19] sur le photomètre de l'Observatoire de Leiden (fig. 2) montre un maximum dans les dix premières minutes, et puis, la stabilisation est très lente, conduisant à la nécessité de la mise en marche de l'instrument au moins 3-4 heures avant le commencement des mesures ou obligeant à faire fonctionner le moteur synchronisateur jour et nuit.

Pour le photomètre de l'Observatoire de Lyon, la mise en marche du moteur M et de la lampe L_1 , une demi-heure avant le commencement des

mesures est suffisant pour la stabilisation de la température et la réduction au minimum de son effet sur la précision des lectures. Mais quelles que soient les précautions prises, quand la durée d'utilisation de l'appareil dépasse plusieurs heures, on constate une légère variation du point-zéro, due au changement de foyer. Il faut maintenir l'image de l'iris et des grains de la plaque photographique, constamment au foyer. L'observation se fait sur l'écran S et pour le réglage on agit uniquement sur l'objectif O_2 , sans toucher O_1 et le plateau P. Ainsi la variation journalière totale du point-zéro

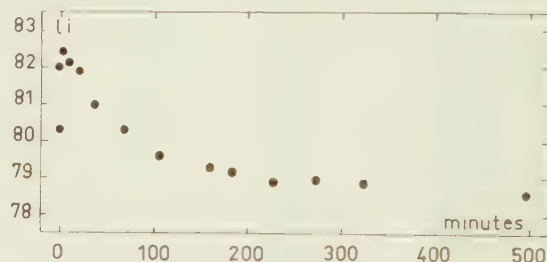


FIG. 2. — Courbe de stabilisation de la variation du point — zéro du photomètre à iris de l'Observatoire de Leiden (d'après K. K. KWEE).

n'excède que rarement 0,03 magn. Ce réglage est très important surtout pour de longues séances de mesures, avec l'utilisation d'une seule courbe de calibrage.

4. LA COURBE DE CALIBRAGE.

La détermination des magnitudes des étoiles d'un champ stellaire, par la comparaison de leurs images avec celles d'un autre champ où existent certaines étoiles standard, se base sur l'établissement d'une *courbe de calibrage* (m, li). Cette courbe relie la surface de l'iris (ou son logarithme) à la magnitude (fig. 3).

La précision des magnitudes obtenues par ces courbes dépend de plusieurs facteurs, car il est clair qu'une telle procédure entraîne de nombreuses suppositions de similitude ou des constantes de conditions d'observation, de développement et de mesure de ces couples de clichés. Si l'égalité des temps de poses pour les deux champs, les conditions de développement, le choix des plaques photographiques de même sensibilité, le guidage et la variation de la distance focale de l'instrument sont des facteurs où l'habileté et le contrôle de l'observateur peuvent jouer un rôle, il en existe d'autres qui ne dépendent pas de lui, telles que la brillance du fond de ciel, l'agitation des images, la trans-

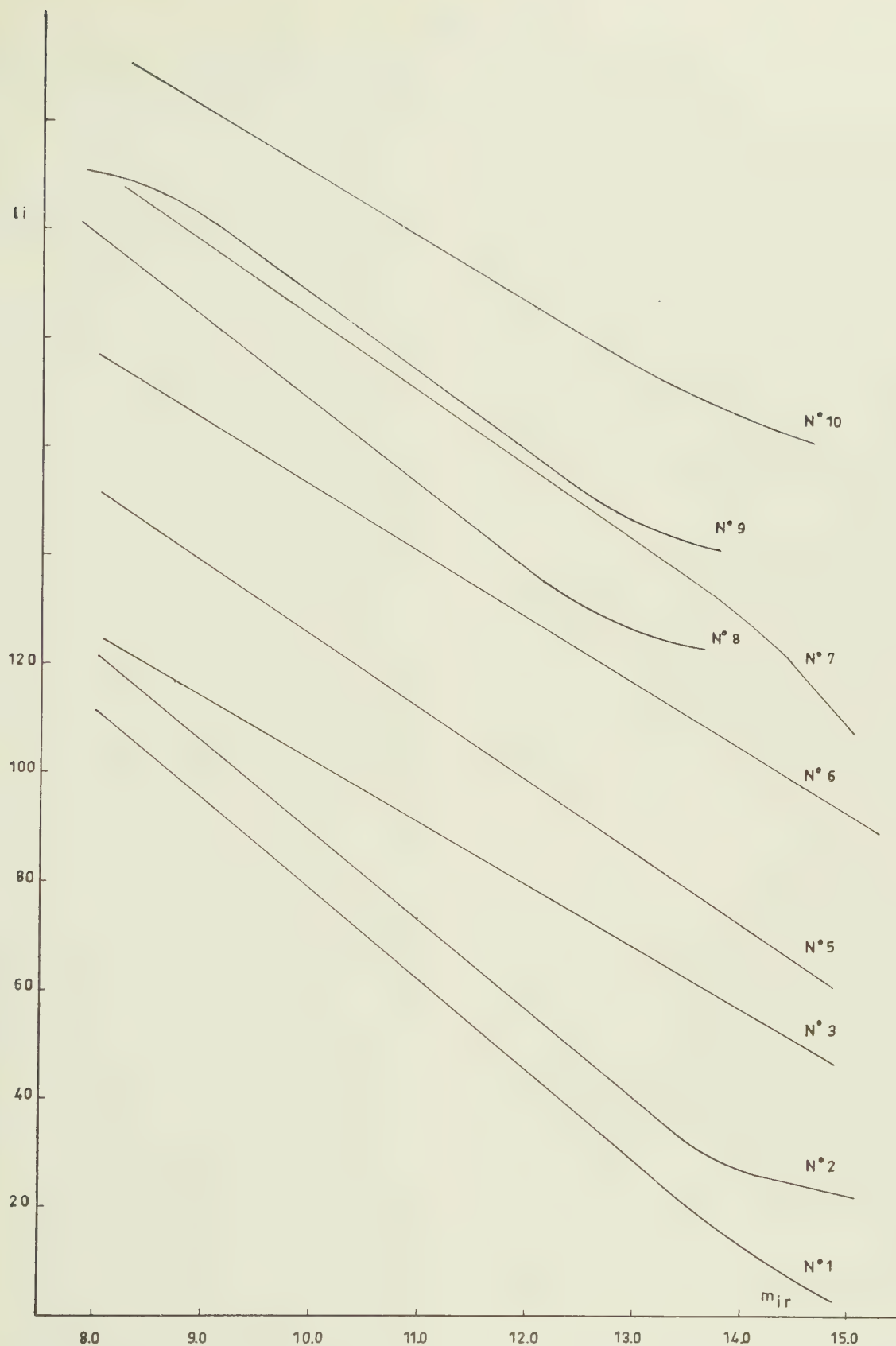


FIG. 3. — Quelques courbes de calibrage utilisées pour la détermination des magnitudes infrarouges. Dans l'ordre croissant des courbes, l'origine des axes de coordonnées est déplacée sur l'axe des y d'une quantité égale à 20 divisions de l'ouverture de l'iris.

parence, etc.... Dans le cas de la variation d'un de ces facteurs du premier groupe, les erreurs systématiques agissent sur la courbe de calibrage, pouvant introduire des écarts de lecture jusqu'à 0,5 magn. Dans des conditions favorables, la valeur de ces écarts décroît vers 0,3 — 0,2 magn. mais malgré tout, par son importance, met en évidence la nécessité absolue de la répétition des mesures sur plusieurs couples de clichés et de différentes courbes de calibrage.

L'effet direct des facteurs du deuxième groupe, indépendamment de l'observateur, se manifeste surtout sur la structure des images. Par la méthode de SCHILT, la densité globale mesurée au photomètre à iris variable diminue surtout pour les étoiles les plus faibles. Il en résulte une déformation de la courbe de calibrage et notamment une diminution de la magnitude limite des étoiles photographiées.

5. LES ERREURS.

La précision des magnitudes, obtenues par un photomètre à iris variable, dépend d'une part du bon fonctionnement de l'instrument et d'autre part de la qualité photographique des plaques mesurées. Les causes d'erreurs introduites dans les mesures, sont si étroitement liées entre elles qu'il est difficile de les décrire et de les étudier séparément. Nous ne prendrons donc ci-dessous que quelques-unes des principales sources d'erreurs et les discuterons.

1) *La structure de l'image.*

Les petites variations de la distance focale, la position de l'étoile par rapport au centre de la plaque, la réfraction atmosphérique, l'alignement insuffisant de deux miroirs, les longues durées de pose et surtout la sphéricité de la surface focale sont des facteurs importants qui agissent sur la qualité de l'image. La difficulté de centrage d'une image déformée d'étoile sur l'iris cause des erreurs de lectures. Le champ étudié étant observé très bas sur l'horizon de l'Observatoire de Haute Provence ($\delta = -30^\circ$), la réfraction atmosphérique augmente les difficultés de guidage et souvent provoque un allongement des images dans le sens de la déclinaison. L'utilisation des filtres assez monochromatiques sur les oculaires guides, pour la diminution de cet effet sur les étoiles choisies pour guider, donne des résultats assez satisfaisants à condition d'avoir des étoiles brillantes au voisinage de la région observée.

L'agitation atmosphérique contribue aussi à

élargir les images stellaires au foyer des grands instruments et parfois efface les images des étoiles les plus faibles pour un temps de pose donné.

2) *La densité optique du fond de la plaque.*

La variation locale de la densité optique du fond de la plaque photographique peut être causée par :

a) La diffusion et la réflexion de la lumière sur des surfaces de la plaque et des filtres ;

b) l'augmentation locale du nombre des étoiles faibles ;

c) la non-homogénéité de l'hypersensibilisation sur toute la surface de la plaque ;

d) un défaut de fabrication.

a) La réflexion des rayons lumineux, sur la seconde face de la plaque photographique ou sur les deux faces du filtre plat en verre placé immédiatement devant la couche sensible, forme un halo autour des étoiles brillantes. La densité et l'étendue plus ou moins prononcée de ces anneaux, proportionnelles à l'éclat et au temps de pose, faussent la mesure des étoiles faibles. L'utilisation des filtres gélatines (épaisseur 0,1 mm) et des plaques munies d'une couche absorbante sur le côté verre, anti-halo, évite la formation locale de cette densité supplémentaire. Mais l'emploi de plaques anti-halo ne peut être envisagé pour les plaques Eastman IN qui sont hypersensibilisées par immersion dans un liquide.

b) Avec l'éclat additionnel de plusieurs étoiles faibles, projetées sur une surface perpendiculaire à une direction d'observation, certaines régions de l'espace présentent une brillance du fond de ciel, nettement supérieure à celle de l'ensemble. L'existence de zones de cette nature (relativement nombreuses vers le centre galactique) sur des clichés photométriques, provoque une irrégularité de densité de fond. Pour diminuer les erreurs de mesures, résultantes de cet effet, il faut comparer la valeur moyenne du fond de la plaque de ces régions avec celle de la surface entière du cliché et déterminer un coefficient de correction locale.

c) L'hypersensibilisation des plaques est souvent la cause principale de l'hétérogénéité du fond. Pour les plaques IN, hypersensibilisées à l'ammoniaque, les défauts sont largement atténués si l'on prend soin d'agiter le bain, de contrôler sa température, de rincer, puis de sécher rapidement la plaque. Pour les plaques IIaO, hypersensibilisées par chauffage à 50°C pendant 48 heures, des précautions élémentaires éliminent encore plus facilement les défauts locaux. La conservation des plaques, après ces opérations d'hypersensibilisa-

tion, n'a jamais excédé une durée de 6 à 8 jours et chaque couple de clichés est traité tout à fait dans les mêmes conditions pour éviter, le plus possible, la différence de densité du fond d'une plaque à l'autre.

d) A part un défaut apparent, la fabrication des plaques photographiques est toujours considérée comme bonne et satisfaisante. Mais la plaque photographique elle-même, est source de nombreuses incertitudes. Les qualités des émulsions sont très variables non seulement d'un lot à l'autre par leur sensibilité à différentes λ , mais aussi dans la même série de fabrication, suivant la température, l'humidité et surtout l'âge. La similitude ou la différence des qualités photométriques ou photographiques de deux clichés obtenus par le même instrument et pour le même objet, dépend de plusieurs facteurs : temps de pose, température et humidité de l'atmosphère pendant la pose, grains, température, durée et rapidité du révélateur, conditions de développement, temps écoulé entre l'exposition et le développement et surtout entre la fabrication et l'exposition.

La sensibilité de l'émulsion des plaques photographiques de chaque boîte est mesurée par spectrophotométrie, dès leur arrivée à l'Observatoire de Haute Provence. Les couples de clichés sont toujours formés par des plaques de la même boîte et leur développement est toujours fait ensemble. Malgré la rapidité de son émulsion, l'utilisation des plaques 103a0 est évitée le plus possible à cause de la grosseur de ses grains.

3. *L'effet du champ.*

La surface focale d'un télescope étant courbe, sa projection sur la plaque photographique, change la structure de l'image. Cette déformation est en rapport directe avec la distance de l'étoile au centre du cliché. L'utilisation d'une lentille de Ross (correcteur du champ) au foyer newtonien du télescope la supprime en grande partie.

Pour deux étoiles de même éclat, l'une placée vers le centre de la plaque photographique à une distance r_0 de l'axe optique et l'autre à r ($r > r_0$), les mesures de l'iris ne sont pas les mêmes. L'étoile du centre apparaît plus brillante que celle du bord et la différence

$$\Delta l_i = l_{i,r_0} - l_{i,r}$$

détermine l'effet du champ.

Le champ de « pleine lumière » d'un télescope est fort limité et en dehors de cette aire, Δl_i prend des

valeurs croissantes avec la variation de r dans le sens du centre vers le bord de la plaque.

La rectification empirique de sa variation en fonction de r et la suppression de son effet sur la précision des magnitudes demandent l'établissement d'un tableau de mesures de corrections Δm pour des points de distances r_i au centre, $r_0 < r_i < r$. Ainsi, la précision de la mesure l_i d'une étoile devient indépendante de sa distance du centre de la plaque et la courbe de calibrage applicable, à toutes les transformations de l_i en magnitudes, pour les mesures effectuées sur n'importe quelle partie de la surface du cliché.

Compte tenu de la dimension de nos plaques photographiques (9×12 cm) et des difficultés d'observation de la région centrale de la Voie Lactée à la latitude de l'Observatoire de Haute Provence, nous avons adopté une autre méthode de mesure et de correction pour l'ensemble de nos déterminations de magnitudes photographiques bleu, rouge et proche infrarouge, dont les phases se développent dans l'ordre suivant :

I. L'établissement de la courbe de calibrage (magnitude — lecture de l'iris) pour tous les clichés de la Selected Area n° 57 et la mesure de magnitudes de 309 étoiles en trois couleurs.

II. La détermination des magnitudes en trois couleurs des étoiles de la région centrale de la Galaxie, par :

a) l'application de ces courbes de calibrage sur le deuxième cliché de chaque couple photométrique et la répétition de cette opération sur plusieurs autres ;

b) la détermination des étoiles standard secondaires au voisinage de l'étoile 45 Ophiuchi et de l'amas globulaire O. H. P., n° 1, ;

c) la reprise des mesures de magnitudes pour toutes les étoiles de ces deux dernières régions, avec une nouvelle courbe de calibrage, tracée par ces nouvelles étoiles standard secondaires ;

d) le partage du champ en aires rectangulaires de $15' \times 30'$ et le renouvellement des mesures de magnitudes avec de nouvelles courbes déterminées cette fois-ci pour chaque rectangle d'après les valeurs moyennes des mesures précédentes.

4. *L'homogénéité des mesures.*

La mesure des nombreuses étoiles d'un cliché de longue pose demande souvent plusieurs séances de lectures. Pour la transformation de ces mesures en magnitudes, il faut :

— soit reprendre la mesure des étoiles standard à chaque séance et tracer une courbe de calibrage ;

— soit, en cas d'utilisation d'une seule courbe pour l'ensemble de ces mesures, assurer l'homogénéité des conditions de lecture entre ces différentes séances. A cet effet, il suffit de reprendre au

début et à la fin de chaque séance, 2 ou 3 étoiles standard secondaires et ramener l'ensemble des mesures de chaque séance au même point-zéro par comparaison avec de précédentes mesures.

CHAPITRE II

Selected Area n° 57

Dans la région du nuage B du Sagittaire on manque de bonnes séquences de magnitudes photographiques et aucune magnitude rouge et infrarouge. C'est pourquoi il a été nécessaire d'utiliser un champ de comparaison observable à la même époque de l'année à la même hauteur au-dessus de l'horizon. La Selected Area n° 57 a été choisie dès le début des recherches parce qu'elle satisfait à cette condition et parce qu'elle contient une bonne séquence de magnitudes photographiques et que les magnitudes rouges et infrarouges de quelques étoiles y sont soigneusement déterminées.

Il convient pourtant de déterminer dans la S. A. 57 les magnitudes photographiques, rouges et infrarouges d'un plus grand nombre d'étoiles pour pouvoir construire avec plus de précision, les courbes de calibrage. La carte de la région étudiée est reproduite figure 4.

1. MAGNITUDES PHOTOGRAPHIQUES m_{pg} .

On dispose dans la S. A. 57, d'une séquence de 104 magnitudes photographiques (P_{gint}) déterminées au Mount Wilson [16].

Nous avons déterminé les magnitudes de 309 étoiles de la S. A. 57 en traçant, pour chaque plaque, une courbe de calibrage où les lectures de l'iris (li) sont portées en ordonnées et les magnitudes du Mount-Wilson en abscisses. Il n'existe malheureusement pas de magnitudes mesurées au Mount-Wilson entre 9,01 et 12,57 et nous avons dû utiliser dans cet intervalle des données de sources différentes [20 à 23]. Cependant pour les étoiles brillantes (9 à 13^e magn.) la dispersion de nos mesures individuelles par comparaison à leur moyenne est seulement $\pm 0,02$ magn. Elle augmente jusqu'à $\pm 0,07$ magn. pour les étoiles les plus faibles et pour l'ensemble vaut $\pm 0,06$ magn.

La moyenne des écarts entre nos magnitudes m_{pg} et celles du Mount-Wilson P_{gint} est

$$\varepsilon_T = \frac{\sum(m_{pg} - P_{gint})}{54} = -0,001 \text{ magn.}$$

2. MAGNITUDES PHOTOGRAPHIQUES

ROUGES ET INFRAROUGES m_r ET m_{ir} .

La courbe de calibrage (magnitude — lecture de l'iris) pour chacune des plaques photographiques rouges et infrarouges de la S. A. 57 est établie d'après les valeurs de 19 étoiles standard, étudiées par G. E. KRON et J. H. SMITH [15], à l'aide de deux photomultiplicateurs — type Continental Electric CE 25 — et du télescope de 2,50 m de Mount-Wilson. Cette étude présente les magnitudes R et IR de nombreuses étoiles de dix aires différentes : C4, C6, C12 (les régions standard de Harvard), S. A. n° 51, 57, 61, 68, 71 (les selected areas de Kapteyn) et la séquence polaire, observée pour la conversion de l'ensemble des magnitudes photoélectriques à l'échelle internationale.

Leur méthode de travail comprend deux étapes :

I. D'abord ils effectuent la mesure de chaque étoile avec deux filtres différents, Schott OG2 (en verre, épaisseur 2 mm) et Wratten 88A (en gélatine). Le premier transmet tout l'infrarouge (en arrêtant les longueurs d'ondes inférieures à 5700 Å) dans la mesure de sensibilité de la cellule et le deuxième élimine la bande spectrale

$$\lambda < 7200 - 7300 \text{ Å.}$$

La différence des elongations des deux enregistrements ainsi obtenus correspond à la région spectrale comprise entre les longueurs d'onde les plus courtes transmises par ces deux filtres, avec une longueur d'onde effective $\lambda = 6700 \text{ Å}$.

II. Comme on peut craindre que cette méthode différentielle soit bien peu précise, les mesures sont reprises avec une seule lecture, au moyen de la combinaison des filtres Schott OG1 (2 mm) + Schott BG21 (2 mm) + Schott BC17 (1 mm). Cette combinaison donne une longueur d'onde effective de 6800 Å différent seulement de 100 Å par rapport à la méthode précédente, mais sa sensibilité est considérablement diminuée. Toutefois, la lon-

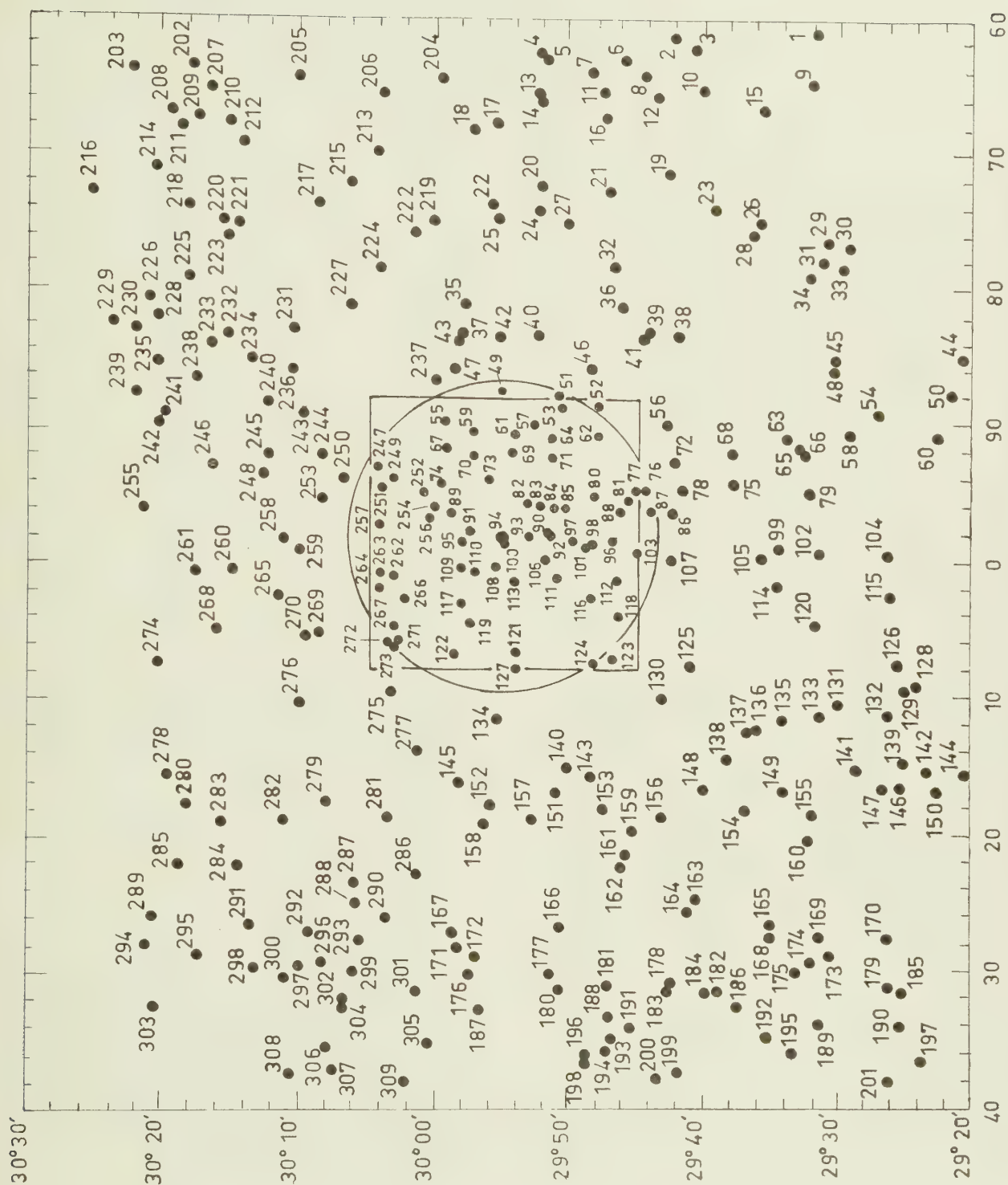


FIG. 4. — Carte d'identification de 309 étoiles de la région centrale de la S. A. 57. Le cercle indique le champ du catalogue du Mount Wilson (le côté du carré est égal à 20').

TABLEAU II

No	KRON-SMITH		TERZAN				R — m_r	IR — m_{ir}
	R	IR	m_r	n	m_{ir}	n		
94	8.30	8.09	8.30	11	8.21	9	0.000	— 0.12
47	8.79	8.48	8.75	9	8.47	8	+ 0.04	+ 0.01
237	9.40	9.25	9.40	10	9.27	9	0.00	— 0.02
218	10.99	10.63	10.79	2	10.34	5	+ 0.20	+ 0.29
182	11.12	10.90	11.12	1	10.62	5	0.00	+ 0.28
199	11.21	10.86	11.29	1	10.76	2	— 0.08	+ 0.10
18	11.23	11.18	11.26	4	11.02	8	— 0.03	+ 0.16
252	11.23	10.95	11.23	10	10.92	9	0.00	+ 0.03
90	11.68	11.22	11.75	11	11.34	9	— 0.07	— 0.12
64	12.63	12.45	12.61	11	12.45	9	+ 0.02	0.00
61	12.81	12.58	12.79	11	12.53	9	+ 0.02	+ 0.05
70	12.90	12.59	12.88	11	12.61	9	+ 0.02	— 0.02
95	13.56	13.27	13.56	11	13.27	9	0.00	0.00
92	13.70	13.44	13.71	10	13.38	7	— 0.01	+ 0.06
83	14.46	14.17	14.53	11	14.10	7	— 0.07	+ 0.07
59	14.52	14.25	14.39	10	14.27	6	+ 0.13	— 0.02
74	14.60	14.44	14.64	11	14.37	5	— 0.04	+ 0.07
254	14.61	14.37	14.65	11	14.40	6	— 0.04	— 0.03
101	15.17	14.56	15.16	7	14.60	4	+ 0.01	— 0.04

gueur d'onde moyenne 6700 — 6800 Å de ces mesures n'est pas trop éloignée à la nôtre, 6400 Å (plaque Kodak 103aE + filtre Ilford 204) pour qu'il nous soit encore possible d'utiliser ces magnitudes rouges de 19 étoiles standard pour la construction des courbes de calibrage, tableau II.

Pour les magnitudes IR des étoiles de la S. A. 57 par l'association plaque Kodak IN hypersensibilisée à l'ammoniaque au filtre de gélatine Ilford 207 ou Wratten 88A, nous obtenons une longueur d'onde effective $\lambda = 8100 - 8300$ Å, pratiquement identique à celle de KRON et SMITH, $\lambda = 8250$ Å.

Dans un travail récent, J. STOCK et W. H. WEHLAU [24], donnent les magnitudes infrarouges de quelques étoiles relativement brillantes de la S. A. 57, d'après des clichés photographiques mesurés au photomètre à iris, type Eichner. Mais le filtre utilisé — Schott RG8 — et la séquence de comparaison étant différents, il existe entre leurs

mesures et les nôtres un écart de l'ordre de $\pm 0,2 m_{ir}$. La comparaison de nos magnitudes photographiques m_r et m_{ir} de 19 étoiles standard avec les F et IR correspondantes de KRON et SMITH montre un écart quadratique de :

$$\sqrt{\frac{(R - m_r)^2}{18}} = \pm 0,066 \text{ magn.}$$

$$\sqrt{\frac{(IR - m_{ir})^2}{18}} = \pm 0,117 \text{ magn.}$$

Le tableau III donne pour les 309 étoiles étudiées les magnitudes m_{vg} , m_r , et m_{ir} qui résultent de l'ensemble de nos mesures. La dernière colonne indique le type spectral B. S. D. quand il est connu.

Nous avons aussi déterminé, par photométrie photoélectrique, les magnitudes U, B, V de 124 étoiles parmi les 309 précédentes. Les résultats de ces mesures n'intervenant pas dans le travail actuel, feront l'objet d'une autre publication.

TABLEAU III

S. A. n° 57

ÉTOILE CENTRALE : R. A. = 13^h 3^m 51^s Déc. = + 29°55',1 (1900,0)

No	H. A.	13 ^h	+ 29°	m_{pg}	n	m_r	n	m_{ir}	n	Sp
1	57	1 ^m 0 ^s	32'04"	16.44	2	15.08	3			
2	105	1 ^s	42'50"	15.01	3	14.14	5			
3	106	6 ^s	41'04"	12.73	3	12.00	2	12.00	1	F5
4	162	7 ^s	52'41"	16.09	5	14.43	4	14.38	1	
5	163	9 ^s	52'21"	12.23	8	11.62	3	11.53	4	G5
6	107	10 ^s	46'33"	12.82	4	11.97	5	12.39	8	
7	108	13 ^s	48'58"	15.80	4	14.81	5			
8	109	15 ^s	45'00"	15.73	3	15.24	5			
9	58	17 ^s	32'11"	14.36	4	13.14	3	13.43	4	
10	110	19 ^s	40'26"	15.89	5	14.34	3	14.38	3	
11	111	20 ^s	48'02"	14.26	10	13.30	5	13.79	5	
12	112	22 ^s	43'56"	15.63	5	13.80	5	13.90	5	
13	164	22 ^s	52'50"	16.40	9	15.27	5			
14	165	24 ^s	52'26"	15.71	10	14.72	5	14.93	1	
15	60	28 ^s	35'51"			15.05	3			
16	113	28 ^s	47'58"	15.86	12	14.58	5	14.82	2	
17	166	31 ^s	55'59"	14.94	12	12.81	5	12.60	8	
18	167	33 ^s	57'34"	11.52	9	11.26	4	11.02	8	F8
19	114	48 ^s	43'04"	16.55	9	15.77	3			
20	168	52 ^s	52'43"	15.72	12	14.51	7	14.51	4	
21	115	54 ^s	47'30"	11.32	12	11.01	7	10.86	8	G0
22	169	59 ^s	56'08"	13.10	13	12.41	7	12.50	7	G2
23	61	2 ^m 0 ^s	39'22"	14.48	13	13.53	4	13.62	6	
24	170	0 ^s	52'44"	13.38	13	12.84	8	12.98	7	
25	171	3 ^s	55'48"	14.53	13	13.78	9	14.01	5	
26 ?	62	5 ^s	35'59"	15.21	12	14.67	5	14.52	4	
27	172	5 ^s	50'36"	15.60	12	14.39	9	14.30	4	
28	63	8 ^s	36'33"	15.79	11	15.17	5	14.79	3	
29	64	10 ^s	30'58"	15.99	11	14.43	3	14.26	3	
30	12	13 ^s	29'20"			14.70	3	14.52	1	
31	65	18 ^s	31'20"	15.09	12	14.27	3	14.05	2	
32	116	19 ^s	47'07"	15.59	11	14.16	9	13.95	4	
33	13	20 ^s	29'44"	13.49	13	12.61	3	12.75	3	K3
34	66	23 ^s	32'21"	14.28	13	13.63	4	13.56	4	(F)
35	173	32 ^s	58'17"	13.35	11	11.64	9	11.11	8	gK0
36	117	34 ^s	46'20"	14.46	13	13.79	5	13.62	6	
37	174	42 ^s	58'25"	15.51	13	14.59	9	14.53	4	
38	118	42 ^s	42'08"	14.02	13	12.85	7	12.79		G
39	119	43 ^s	44'29"	16.04	9	15.09	7	14.72	4	
40	175	44 ^s	52'41"	13.71	13	12.51	8	12.17	8	G5
41	120	44 ^s	44'41"	15.21	13	14.11	6	13.85	5	
42	176	44 ^s	55'27"	15.16	11	14.15	9	14.05	5	
43	177	45 ^s	58'38"	16.15	12	15.36	9			
44	21	51 ^s	20'42"					14.75	1	
45	68	51 ^s	30'23"	16.45	9	15.46	3			

TABLEAU III (*suite*)

N ^o	H. A.	13 ^h	+ 29 ^o	m_{pg}	n	m_r	n	m	n_{ir}	Sp
46	121	2 ^m 54 ^s	48'41"	14.36	13	13.33	9	13.00	9	G8
47	178	54 ^s	58'58"	9.92	13	8.75	9	8.47	8	
48	69	55 ^s	30'18"	14.59	10	13.37	3	13.75	2	
49	18§	3 ^m 2 ^s	55'48"	17.52	5	15.60	10	14.80	2	
50	23	3 ^s	21'25"	16.06	2					
51	28§	3 ^s	51'00"	17.44	4					F8
52	122	7 ^s	48'07"	15.46	13	14.55	8	14.20	7	
53	2§	7 ^s	51'01"					14.62	3	
54	25	10 ^s	27'00"	11.45"	10	10.78	3	10.53	1	
55	179	13 ^s	59'36"	14.96	14	14.48	11	14.38	5	
56	123	13 ^s	42'55"	16.24	11					F — G
57	180	13 ^s	52'55"	15.43	13	15.31	10	14.84	3	
58	26	16 ^s	29'02"	15.61	12	14.84	3			
59	181	16 ^s	57'36"	14.94	15	14.39	10	14.27	6	
60	27	17 ^s	22'32"	14.93						
61	182	17 ^s	54'20"	13.61	15	12.79	11	12.53	9	G0
62	124	17 ^s	48'13"	14.67	14	14.02	8	13.81	7	
63?	70	18 ^s	33'45"	14.15	14	13.40	5	13.37	7	
64	183	18 ^s	51'42"	13.34	13	12.61	11	12.45	9	
65	71	21 ^s	33'11"	15.82	13	15.03	4	14.55	2	
66	72	21 ^s	32'55"	14.66	14	13.74	4	13.38	6	F
67	14§	21 ^s	59'53"	16.89	10			15.12	1	
68	73	22 ^s	37'57"	13.78	15	12.86	8	12.70	9	
69	184	23 ^s	54'35"	16.04	14	15.45	11	14.88	2	
70	185	24 ^s	57'26"	14.23	13	12.88	11	12.61	9	
71	17§	25 ^s	51'57"	17.11	7					F5
72	125	26 ^s	42'37"	13.07	15	12.10	8	12.00	9	
73	24§	32 ^s	56'26"	19.20	1					
74	186	32 ^s	59'42"	15.46	15	14.64	11	14.37	5	
75	74	33 ^s	37'49"	15.68	15	14.75	8	14.22	5	
76	126	34 ^s	44'31"	15.05	13	14.43	8	14.13	7	dG5
77	26§	35 ^s	45'32"	17.00	8					
78	127	35 ^s	41'42"	14.94	14	14.39	7	14.11	7	
79	75	36 ^s	32'22"	15.24	14	14.35	4	14.07	6	
80	30§	37 ^s	48'32"	17.97	3	15.89	8	14.62	4	
81	128	38 ^s	45'50"	15.71	15	14.83	8	14.41	7	Ma
82	35§	41 ^s	53'39"	17.34	6					
83	187	41 ^s	52'37"	15.62	14	14.53	11	14.10	7	
84	37§	41 ^s	51'43"					14.77	3	
85	188	42 ^s	50'35"	14.42	14	13.81	11	13.47	8	
86	129	42 ^s	42'57"	13.10	15	12.08	8	11.90	9	G2
87	48§	42 ^s	44'00"	17.17	7	16.01	8			
88	42§	43 ^s	46'48"					14.89	1	
89	43§	44 ^s	59'02"	19.18	1					
90	189	50 ^s	51'47"	13.59	14	11.75	11	11.34	9	
91	53	50 ^s	57'51"	18.10	3					G2
92	191	51 ^s	51'28"	14.46	14	13.71	10	13.38	7	
93	55§	52 ^s	53'28"	18.40	3					
94	192	52 ^s	55'11"	9.04	15	8.30	11	8.21	9	
95	193	53 ^s	58'08"	14.58	15	13.56	11	13.27	9	

TABLEAU III (*suite*)

N ^o	H. A.	13 ^h	+ 29 ^o	m_{pg}	n	m_r	n	m_{ir}	n	Sp
96	130	3 ^m 53 ^s	46'49"	14.59	14	13.82	8	13.49	7	
97	60§	53 ^s	50'00"	16.95	8					
98	131	54 ^s	48'32"	16.26	12	15.58	7	14.87	2	
99	76	55 ^s	34'36"	16.00	12	15.02	4	14.52	4	
100	62§	55 ^s	55'11"	16.66	10					
101	132	55 ^s	49'07"	16.28	11	15.17	7	14.61	4	
102	77	56 ^s	31'37"	14.65	14	14.10	4	13.84	3	
103	66§	57 ^s	45'18"	17.59	6					
104	31	58 ^s	26'11"	16.65	4					
105	78	59 ^s	35'43"	16.02	14	15.43	4	14.77	3	
106	69§	59 ^s	52'06"	17.94	5					
107	133	4 ^m 00 ^s	42'31"	16.41	13	15.66	8	14.77	1	
108	71§	3 ^s	55'59"	18.18	4					
109	194	3 ^s	58'11"	15.11	15	14.71	9	14.50	5	
110	73§	4 ^s	57'28"	17.54	8					
111	74§	5 ^s	51'31"	16.56	9	16.06	6			
112	134	6 ^s	46'42"	13.94	14	12.80	7	12.42	4	K
113	78§	7 ^s	54'15"	16.91	9	15.00	7	14.18	7	
114	79	7 ^s	34'27"	14.30	15	13.15	4	12.61	9	F
115	32	12 ^s	26'01"	15.48	4			14.72	1	
116	135	13 ^s	48'28"	15.22	13	14.98	6	14.70	4	
117	84§	14 ^s	58'25"	17.65	4					
118	86§	18 ^s	46'48"	18.76	1					
119	87§	21 ^s	57'27"	17.42	8	12.69	2			
120	80	21 ^s	31'53"	13.35	14	12.66	2	12.40	4	
121?	195	31 ^s	54'02"	15.82	12					
122	196	31 ^s	58'54"	16.41	14					
123	136	33 ^s	47'02"	15.72	13	14.28	4	13.85	7	
124	99§	34 ^s	48'22"	17.65	4					
125	137	34 ^s	41'07"	14.78	15	13.98	5	13.74	7	
126	33	35 ^s	25'46"	15.17	5	14.40	1			
127	100§	36 ^s	54'04"	17.43	6					
128	34	42 ^s	24'12"	16.19	5					
129	35	43 ^s	25'05"	14.14	5			12.71	1	
130	139	46 ^s	43'23"	16.52	11	14.82	5	14.00	7	
131	36	48 ^s	29'57"					13.82	1	
132	37	51 ^s	26'10"	13.55	6			12.55	1	G
133	81	52 ^s	31'23"	15.68	9			11.06	6	
134?	197	52 ^s	55'41"	14.64	15	13.30	6	13.29	9	
135	82	53 ^s	34'00"	14.16	13	13.56	1	13.29	8	F
136	83	56 ^s	36'00"	15.96	12			14.93	2	
137	84	57 ^s	36'31"	13.70	14	13.28	1	12.94	8	
138	85	5 ^m 7 ^s	38'16"	15.97	14	15.19	1			
139	38	7 ^s	24'58"	15.15	5					
140	198	10 ^s	50'37"	16.07	13			15.03	1	
141	39	10 ^s	28'38"	15.00	8			13.18	1	
142	40	10 ^s	23'14"	16.00	5					
143	140	12 ^s	48'34"	15.34	15	14.68	4	14.56	2	
144	41	12 ^s	20'15"	10'11"	2					gK0
145	199	14 ^s	58'26"	15.47	15	14.80	5	14.81	4	

TABLEAU III (*suite*)

N ^o	H. A.	13 ^h —	+ 29 ^o —	m_{pg} —	n —	m_r —	n —	m_{ir} —	n —	Sp —
146	42	5 ^m 16 ^s	25'34"	13.64	5			13.30	2	K3
147	43	16 ^s	26'31"	15.12	6			14.59	1	
148	141	16 ^s	40'11"	12.85	15	11.98	1	10.65	9	dK2
149	86	17 ^s	33'57"	16.11	8	15.14	1	14.68	1	
150	44	17 ^s	22'35"	15.58	5			15.01	1	
151	200	17 ^s	51'20"	12.64	15	11.19	4	11.48	9	G3
152	201	22 ^s	56'04"	14.14	15	13.38	3	13.29	9	
153	142	23 ^s	47'43"	16.20	14	14.95	5	14.48	4	
154	87	24 ^s	36'52"	16.15	10			14.82	2	
155	88	24 ^s	31'57"	14.28	8			13.29	5	G
156	143	26 ^s	43'12"	14.61	14	13.77	3	13.51	7	
157	202	28 ^s	53'00"	14.97	15	13.98	4	14.17	6	
158	203	29 ^s	56'26"	15.83	15	14.76	5	14.62	4	
159	144	31 ^s	45'25"	14.25	13	13.31	3	13.17	8	
160	89	32 ^s	32'06"	13.90	8			13.02	2	G
161	145	39 ^s	46'00"	14.35	15	13.48	2	13.30	7	
162	146	43 ^s	46'11"	16.04	14	15.47	3			
163	147	54 ^s	40'39"	14.59	8	13.84	1	13.87	6	
164	148	58 ^s	41'12"	16.47	6	15.66	1			
165	90	6 ^m 2 ^s	35'00"	15.26	7	14.23	1	14.24	5	
166	205	3 ^s	50'44"	15.75	14	14.97	1	14.91	2	
167	206!	5 ^s	58'43"	12.98	14	12.34	2			G4
168	91	6 ^s	34'59"	15.99	7	14.94	1	14.78	2	
169	92	6 ^s	31'14"	11.77	7			10.12	2	dG5
170	47	6 ^s	26'04"	13.01	4					G0
171	207	10 ^s	58'21"	16.13	12	15.34	2	11.71	1	
172	208	13 ^s	57'06"	17.49	6	15.87	1			
173	93	13 ^s	30'32"	15.28	7			14.11	5	
174	94	14 ^s	31'53"	15.01	7			14.32	3	
175	95	18 ^s	33'04"	16.01	6			14.57	1	
176	209	19 ^s	58'30"	14.57	14	12.80	1	12.30	8	
177	210	19 ^s	51'23"	13.52	14	12.82	1	12.79	9	G
178	149	22 ^s	42'44"	16.32	10	15.52	1			
179	48	22 ^s	26'11"	16.84	2					
180	211	23 ^s	50'49"	15.13	13			14.53	2	
181	150	23 ^s	47'14"	16.57	9	15.40	1			
182	96	24 ^s	39'02"	12.08	6	11.12	1	10.62	5	dG8
183	151	24 ^s	42'49"	16.10	10	15.37	1			
184	97	24 ^s	39'58"	15.84	6	14.96	1	14.76	2	
185	49	25 ^s	25'12"	15.09	4					
186	98	30 ^s	37'36"	15.77	6	15.18	1			
187	212	31 ^s	56'48"	16.10	12					
188	152	34 ^s	47'07"	15.58	13	14.95	1	14.80	2	
189	99	35 ^s	31'13"	16.31	4			15.03	2	
190	51	35 ^s	25'54"	14.14	2			15.33	1	G
191	153	37 ^s	45'35"	15.98	8	15.57	1			
192	100	40 ^s	35'16"	13.94	4	12.83	1	12.40	5	K
193	154	41 ^s	46'59"	16.38	9	15.84	1			
194	155	45 ^s	47'14"	16.71	8					
195	101	45 ^s	33'10"	14.31	2			14.04	1	

TABLEAU III (*suite*)

N ^o	H. A.	13 ^h	+ 29 ^o — + 30 ^o	m_{pg}	n	m_r	n	m_{ir}	n	Sp
196	156	6 ^m 47 ^s	48'54"	14.50	11	13.75	1	13.78	3	dK5
197	54	47 ^s	23'44"	14.49	2			14.50	1	
198	157	48 ^s	48'52"	17.79	2	15.17	1	14.84	1	
199	158	51 ^s	42'10"	12.82	2	11.29	1	10.76	2	
200	159	54 ^s	43'31"	14.26	2	13.54	1	13.33	1	
201	55	54 ^s	26'02"	15.76	2					
202	260	1 ^m 13 ^s	18'38"	15.95	2	14.69	2			
203	309	14 ^s	23'04"	14.41	3			14.07	2	
204	214	16 ^s	0'12"	16.68	7	15.31	2			
205	261	16 ^s	10'43"	16.54	7	14.87	2			
206	215	21 ^s	4'39"	16.45	7	15.81	2			G0
207	262	21 ^s	17'14"	15.70	3	14.48	2			
208	311	29 ^s	20'10"	13.24	5	12.16	2	12.65	5	
209	263	30 ^s	18'10"	15.89	5	13.67	2	14.07	4	
210	264	32 ^s	15'47"	14.62	8	13.69	2	14.29	4	
211	265	33 ^s	19'23"	16.75	4	14.94	2			
212	266	38 ^s	14'52"	14.15	13	13.17	2	13.67	5	
213?	217	40 ^s	4'57"	15.59	9	14.87	4	14.76	2	
214	314	47 ^s	21'22"	16.96	4	14.88	2	14.78	1	
215	218	52 ^s	6'51"	16.83	6	14.82	6	14.46	4	
216	316!	56 ^s	25'54"					12.94	1	A5
217	219	58 ^s	9'17"	16.64	7	15.46	2			dK2
218	268	2 ^m 0 ^s	18'52"	12.14	8	10.79	2	10.34	5	
219	220	4 ^s	0'34"	16.24	8					
220	269	4 ^s	16'14"	13.72	12	13.02	2	13.40	5	
221	270	6 ^s	15'16"	15.98	10	13.87	2	14.07	5	
222	221	8 ^s	2'05"	16.57	9					
223	271	10 ^s	15'44"	16.06	10	14.78	2	14.87	2	
224	222	21 ^s	4'38"	16.72	6	14.27	5	13.54	6	
225	273	24 ^s	18'45"	15.30	8	14.60	2	14.73	1	
226	320	30 ^s	21'46"	16.31	5	15.15	2			F — G
227	223	33 ^s	6'49"	15.11	12	14.30	5	14.44	4	
228	321	37 ^s	21'08"	15.93	7	15.06	2	14.97	1	
229	322	39 ^s	24'20"			14.42	3	14.59	1	
230	324	42 ^s	22'32"	15.36	8	14.47	2	14.66	2	
231	274	42 ^s	10'42"	14.75	12	13.89	4	14.18	6	
232	275	42 ^s	15'50"	14.89	9	13.92	2	14.30	4	
233	276	46 ^s	17'13"	13.52	10	11.98	2	11.85	8	
234	277	51 ^s	14'09"	14.30	12	13.24	3	13.34	5	
235	326	52 ^s	21'04"	15.36	9	14.69	3	14.84	2	
236	278	55 ^s	11'03"	15.23	10	14.21	6	14.40	5	F8
237	225	57 ^s	0'22"	10.04	13	9.40	10	9.27	9	
238	279	58 ^s	18'20"	14.98	12	13.57	3	13.63	4	
239	328	3 ^m 3 ^s	22'42"	13.72	9	12.19	3	12.10	4	
240	281	6 ^s	12'43"	15.64	10	14.80	3	14.71	2	
241	328	10 ^s	20'38"	15.71	12	14.62	3	14.61	2	
242	329	13 ^s	20'54"	13.71	11	13.68	3	12.94	5	
243	282	14 ^s	10'15"	16.10	13	15.00	7	14.89	3	
244	226	24 ^s	8'57"	13.00	15	11.55	7	11.32	9	
245	283	24 ^s	12'56"	15.49	13	14.38	5	14.31	5	K0

TABLEAU III (*suite*)

N ^o	H. A.	13 ^h	+ 30 ^o	m_{pg}	n	m_r	n	m_{ir}	n	Sp
246	284	3 ^m 27 ^s	17'06"	13.80	13	12.91	2	13.08	8	G
247	21 §	28 ^s	4'59"	17.85	5					
248	285	30 ^s	13'07"	17.49	7					
249	23 §	32 ^s	3'52"	17.90	4					
250	227	32 ^s	7'07"	15.15	15	14.37	7	14.52	5	
251	229	35 ^s	4'18"	13.57	15	12.62	8	12.34	9	dG8
252	230	37 ^s	1'11"	12.58	15	11.23	10	10.92	9	dG5
253	231	38 ^s	8'49"	12.59	15	11.83	6	11.92	9	F5
254	232	42 ^s	0'16"	14.95	15	14.65	11	14.40	6	
255	332	43 ^s	21'53"	15.22	9	13.49	3	13.45	4	
256	47 §	45 ^s	0'43"	19.31	1					
257	233	49 ^s	4'33"	14.04	15	12.98	9	12.90	9	K
258	286	52 ^s	11'45"	15.82	15	15.28	7	14.94	1	
259	287	56 ^s	10'34"	15.74	14	14.79	6	14.65	4	
260	288	4 ^m 3 ^s	15'24"	14.97	14	13.64	3	13.76	7	
261	289	3 ^s	18'03"	17.18	6	15.30	1			
262	75 §	5 ^s	3'29"	17.61	6					
263	76 §	5 ^s	4'39"	18.29	5	15.97	6			
264	79 §	9 ^s	4'41"	17.21	8					
265	290	12 ^s	12'09"	15.38	12	14.63	4	14.59	4	
266	234	14 ^s	2'30"	16.19	13	15.94	3			
267	88 §	22 ^s	3'30"	17.64	4					
268	291	23 ^s	16'33"	14.44	15	13.65	3	13.87	6	
269	235	25 ^s	18'56"	16.02	15	14.79	5	14.65	5	
270	292	25 ^s	10'07"	13.96	15	12.11	3	12.21	9	G
271	91 §	28 ^s	3'02"	17.98	5					
272	92 §	28 ^s	3'52"	18.04	2					
273	93 §	29 ^s	3'05"	16.95	9					
274	337	35 ^s	20'42"	13.25	11	12.25	1	12.16	5	dK5
275	236	45 ^s	3'31"	15.43	14	14.58	5	14.52	3	
276	293	48 ^s	10'26"	15.80	14	13.82	4	13.87	7	
277	238	5 ^m 4 ^s	1'28"	15.15	15	14.14	5	14.35	4	
278	347	13 ^s	20'04"	16.38	10	15.13	1	14.91	1	
279	239	21 ^s	8'23"	15.70	15	14.73	4	14.71	3	
280	294	22 ^s	18'32"	17.04	7	14.77	2	14.36	4	
281 ?	240	26 ^s	3'46"	13.00	15			11.70	8	G2
282 ?	295	28 ^s	11'30"	15.18	13			14.51	3	
283 ?	296	29 ^s	16'00"	16.55	10					
284	297	43 ^s	14'41"	13.04	14	12.39	1	12.66	8	
285	298	43 ^s	18'59"	15.45	10	14.47	1	14.63	2	
286	241	46 ^s	1'30"	15.30	10					
287	242	49 ^s	5'52"	13.62	13	12.59	2	12.53	7	G
288	243	56 ^s	6'00"	15.66	14	14.98	2	14.84	2	
289	353	6 ^m 0 ^s	20'59"	14.78	9	13.84	1	14.25	3	
290	244	0 ^s	3'44"	16.02	12	15.25	2			
291	299	6 ^m 4 ^s	13'51"	15.83	12	15.16	1			
292	245	6 ^s	9'26"	16.13	13	15.38	2			
293	246	8 ^s	5'45"	16.32	9	15.36	2			
294	354	10 ^s	21'32"	13.76	6	12.31	1	12.87	4	dK5
295	300	14 ^s	17'35"	16.23	8	15.16	1			

TABLEAU III (*suite*)

N ^o	H. A.	13 ^h	+ 30 ^o	m_{pg}	n	m_T	n	m_{ir}	n	Sp
296	247	16 ^s	8'21"	14.60	14	13.72	2	13.89	6	
297	301	17 ^s	10'12"	15.37	9			13.91	5	
298	302	17 ^s	13'28"	14.18	13	12.92	1	13.03	5	G5
299	248	19 ^s	6'09"	12.48	10	11.70	2	11.60	9	dG8
300	303	22 ^s	11'21"	16.31	10					
301	249	25 ^s	1'34"	15.80	13	14.60	2	14.54	3	
302	250	29 ^s	6'52"	12.80	14	11.70	2	11.88	2	G0
303	356	31 ^s	20'36"	10.64	4					F8
304	251	31 ^s	6'56"	15.05	13	11.19	2	14.27	3	
305	252	43 ^s	0'24"	12.91	11	12.16	2	12.20	3	G0
306	253	44 ^s	7'59"	14.40	12	13.53	1	13.68	5	
307	254	51 ^s	7'36"	16.04	10	13.78	1	12.60	3	
308	304	53 ^s	10'37"	14.80	2			14.56	1	
309	256	56 ^s	2'14"	15.28	9	14.46	1	14.40	1	

(§) Étoile du Catalogue de Mt. Wilson.

(!) Étoile probablement variable d'après B. S. D.

(?) Étoile probablement variable d'après nos mesures.

CORRESPONDANCE DES DÉNOMINATIONS DES ÉTOILES DU CATALOGUE

N ^o CATALOGUE		N ^o CATALOGUE	
3	278 (1)	69	15 (3)
5	279 (1)	70	19 (2) ; 16 (3).
6	281 (1)	72	322 (1) ; 5 (2) ; 29377 (4).
18	285 (1) ; 30°2365 (5).	74	25 (3)
21	289 (1)	76	3s (3)
22	291 (1)	81	31 (3)
33	297 (1)	83	36 (3)
34	300 (1)	85	13 (2) ; 38 (3).
35	303 (1) ; 22 (2).	86	325 (1) ; 6 (2) ; 29378 (4).
36	7 (2)	90	327 (1) ; 14 (2) ; 52 (3) ; 29392 (4) ; 30°2370 (5).
38	307 (1) ; 4 (2).	92	15 (2) ; 54 (3).
40	308 (1) ; 11 (2).	94	329 (1) ; 18 (2) ; 57 (3) ; 29393 (4) ; 30°2371 (5).
46	10 (2)	95	26 (2) ; 58 (3).
47	310 (1) ; 23 (2) ; 29396 (4) ; 30°2367 (5).	96	8 (2) ; 59 (3).
52	1 (3)	98	61 (3)
54	314 (1)	101	63 (3)
55	5 (3)	109	72 (3)
57	6 (3)	112	331 (1) ; 9 (2) ; 77 (3).
59	7 (3)	114	332 (1)
61	316 (1) ; 17 (2) ; 8 (3) ; 29391 (4).	116	82 (3)
62	9 (3)	118	18,93 — Galaxie elliptique (6).
64	317 (1) ; 12 (2) ; 11 (3).		
68	321 (1) ; 1 (2) ; 29373 (4).		

TABLEAU III (suite)

N° CATALOGUE		N° CATALOGUE	
120	334 (1)	244	526 (1) ; 30 (2) ; 29409 (4).
121	94 (3) ; 14,48 n° ronde, nette, stelli- forme (6).	246	528 (1)
122	96 (3)	251	529 (1) ; 28 (2) ; 27 (3).
123	98 (3) ; 16,06 de 15,5 -Harv. 14,95 (6).	252	530 (1) ; 27 (2) ; 29 (3) 29398 (4) ; 30°2369 (5).
132	340 (1)	253	531 (1) ; 31 (2) ; 29410 (4).
134	20 (2)	254	40 (3)
135	341 (1)	256	19,40 de 17,8 — galaxie (6).
137	342 (1) ; 2 (2), 29368 (4).	257	535 (1) ; 29 (2), 50 (3).
144	344 (I) ; 29°2374 (5) ; KI II (7).	264	16,74n de 14,5 galaxie (6).
146	345 (1)	266	83 (3)
148	346 (1) ; 3 (2) ; 29374 (4).	270	541 (1) ; 32 (2).
151	347 (1) ; 16 (2) ; 29386 (4).	274	545 (1)
152	21 (2)	281	552 (1)
155	351 (1)	284	556 (1)
160	353 (1)	287	557 (1)
167	358 (1)	294	560 (1)
169	361 (1) ; 29°2377 (5).	298	562 (1)
170	360 (1)	299	564 (1)
177	362 (1)	302	566 (1)
182	363 (1)	303	567 (1) ; 30°2375 (5).
190	365 (1)	305	569 (1).
192	366 (1)		
199	368 (1)		(1) Bergedorfer Spektral-Durchmusterung. Bergedorf, 1947, vol. 3.
203	502 (1)		(2) Photographic magnitudes of stars brighter than 14,0 mag. in Kapteyn selected areas. F. W. DYSON, Greenwich, Royal Observatory.
212	511 (1)		(3) F. H. SEARES, J. C. KAPTEYN, P. J. VAN RIJN. <i>Publ.</i> <i>Carnegie Inst. Washington</i> , n° 402.
216	513 (1)		(4) Oxford 1949.
218	514 (1) ; 30°2366 (5).		(5) Bonner Durchmusterung.
220	515 (1)		(6) A. BRUN, Révision des 139 Selected Areas, <i>Journal des</i> <i>Observateurs</i> , 45, 1962, 337.
233	520 (1)		(7) Ch. FEHRENBACH et E. REBEIROT. La mesure des vitesses radiales au prisme objectif. XIII. 6 ^e liste de vitesses radiales déterminées au prisme objectif à vision directe. <i>Journal des</i> <i>Observateurs</i> , 45, 1962, p. 359.
234	33 (2)		
237	521 (1) ; 25 (2) ; 29397 (4) ; 30°2368 (5) ; F3 V (7).		
239	523 (1)		

CHAPITRE III

Détermination des magnitudes en 3 couleurs autour du centre galactique

Pour déterminer les magnitudes m_{vg} , m_r et m_{ir} des étoiles dans le nuage B, nous avons procédé de la manière suivante :

1. Nous disposions d'un certain nombre de couples de clichés de même durée de pose, pris à la

même hauteur au-dessus de l'horizon et développés ensemble, l'un sur S. A. 57, l'autre sur le centre galactique (centrés soit sur l'étoile 45 Ophiuchi, soit sur l'amas globulaire O. H. P., n° 1). Les courbes de calibrage, résultant des mesures sur le

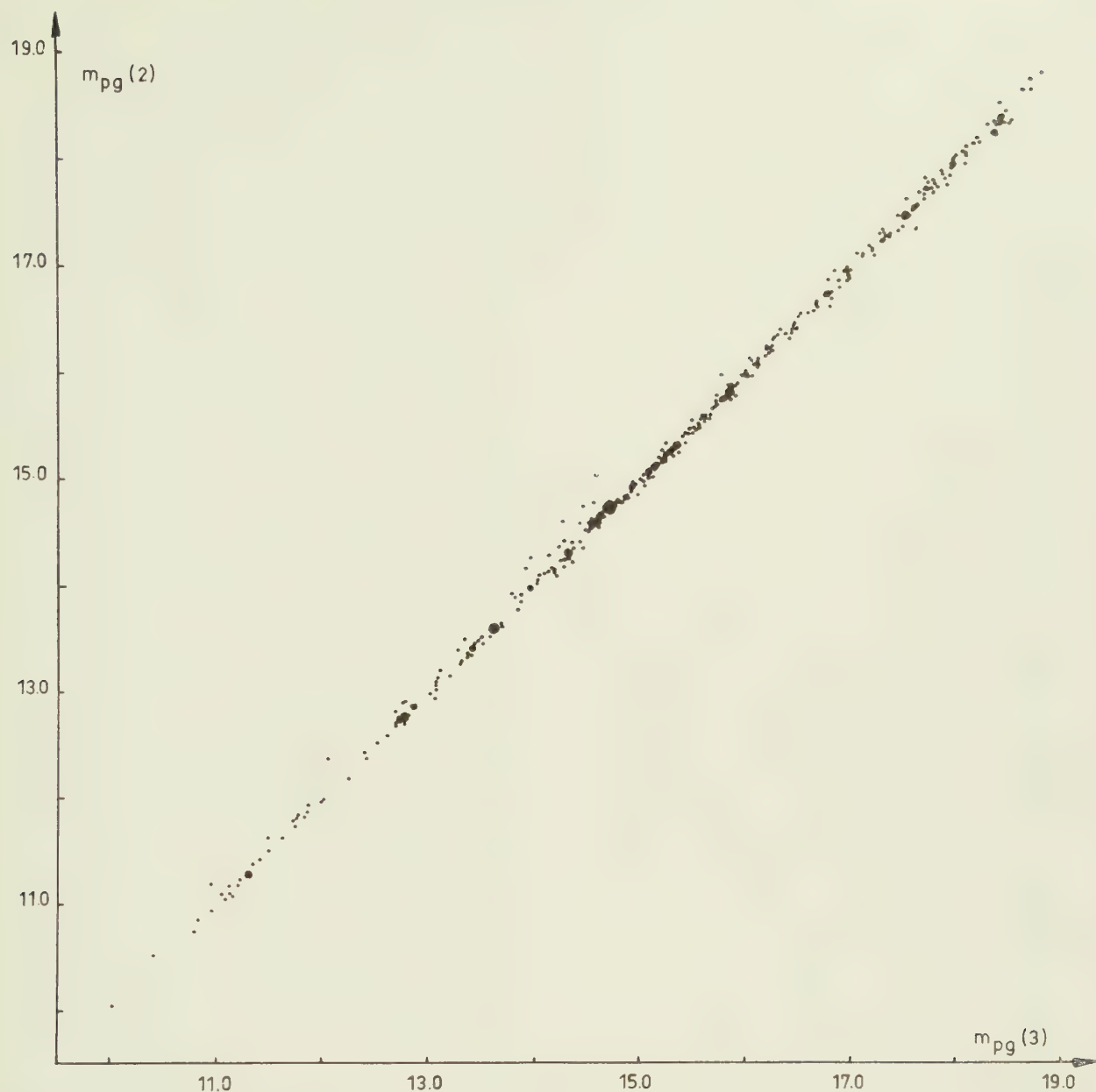


FIG. 5. — Comparaison des magnitudes photographiques des étoiles obtenues par les opérations 2 (en ordonnées) et 3 (en abscisses).

cliché S. A. 57 d'un couple nous ont servi à déterminer les magnitudes de 450 étoiles du cliché de la région du centre galactique appartenant au même couple.

2. 48 étoiles parmi les 450 précédentes, pour lesquelles les écarts de mesure d'un couple à l'autre ne différaient pas de plus de 0,8 magn., ont été choisies pour former une séquence de magnitudes en 3 couleurs dans la région galactique centrale. Au moyen de cette séquence, nous avons tracé, pour chaque couleur, une courbe de calibrage relative à l'ensemble du champ photographié et déterminé

les magnitudes de toutes les étoiles contenues. On peut ainsi utiliser tous les clichés pris à des époques où la S. A. 57 n'était plus observable assez haut sur l'horizon à l'Observatoire de Haute Provence.

3. Les 48 étoiles de la séquence sont réparties d'une manière quelconque sur l'ensemble du champ et les clichés pris au télescope de 81 cm, centrés entre l'étoile 45 Ophiuchi et l'amas globulaire O. H. P. n° 1, contiennent à la fois ces deux régions. Il est à craindre que, dans ces conditions, la distance des étoiles au centre du cliché influence sur les magnitudes mesurées.

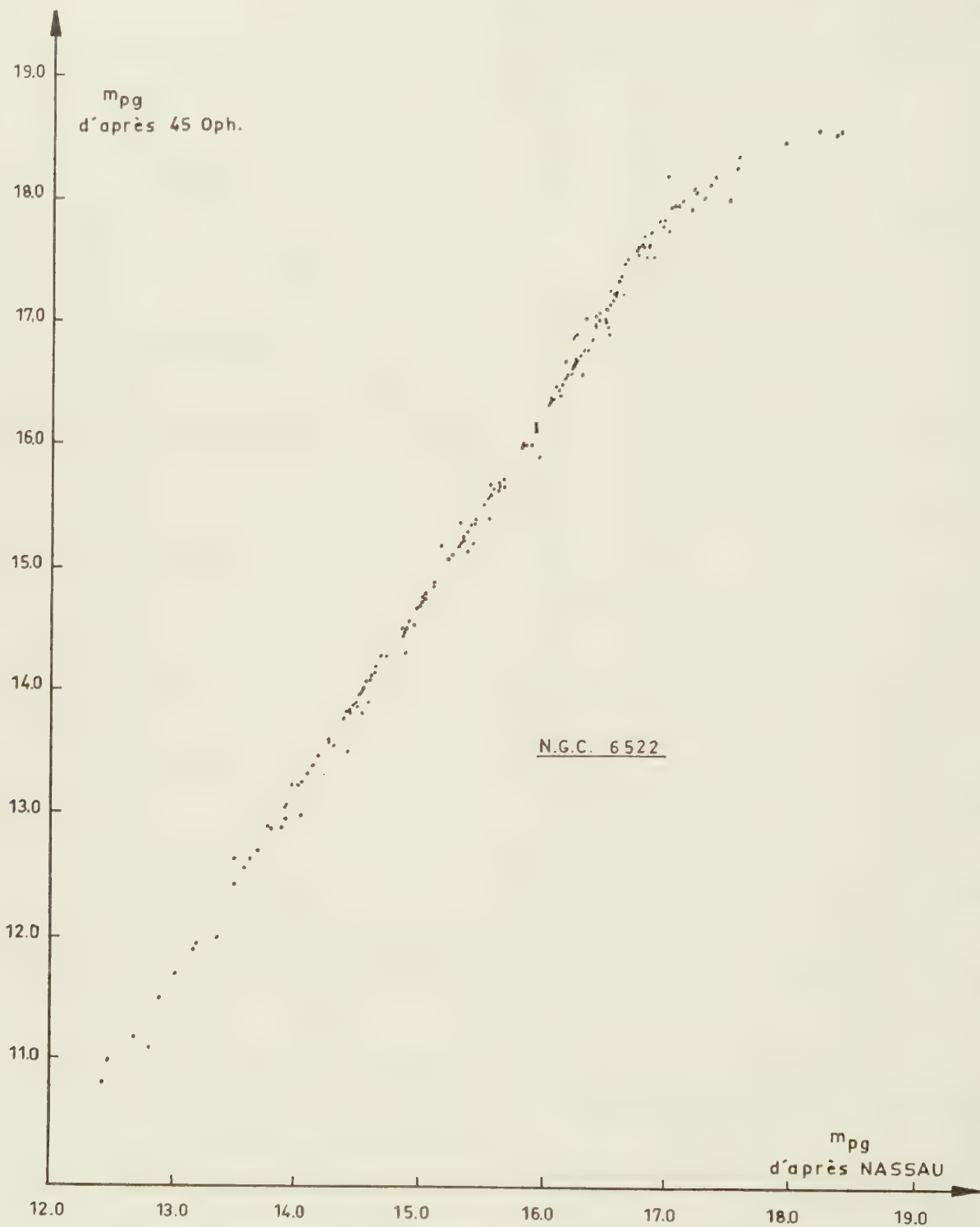


FIG. 6. — Comparaison des magnitudes déterminées par NASSAU (en abscisses) et par TERZAN (en ordonnées) de 130 étoiles de la N. G. C. 6522.



Fig. 7. — Comparaison des mesures de magnitudes faites d'après la séquence de Nassau (en abscisses) et d'après celle de la S. A. 57 (en ordonnées) pour deux champs différents.

C'est pourquoi, à partir de 1963, nous avons centré les clichés soit sur 45 Ophiuchi, soit sur l'amas globulaire et mesuré les densités globales des étoiles dans une série d'aires rectangulaires de 15' en déclinaison et 30' en ascension droite. Pour chacune de ces aires, de nouvelles courbes de calibrage ont été tracées, en portant des magnitudes déterminées dans l'opération 2.

Sur la figure 5 les magnitudes m_{vg} (2) déterminées dans l'opération 2 (en ordonnées) sont comparées aux magnitudes m_{pg} (3) déterminées dans la 3^e opération (en abscisses). Tous les points se groupent étroitement autour de la droite de pente 1 passant par l'origine des coordonnées, avec des écarts (qui dépendent du nombre des mesures effectuées), pour la plupart de l'ordre de 0,02 à 0,03 magn.

La même comparaison, faite sur les magnitudes m_r et m_{ir} conduit exactement aux mêmes conclusions. Ce sont, en définitive, les magnitudes résultant de l'opération 3 qui sont retenues par la suite.

1. EFFET DE L'ABSORPTION ATMOSPHÉRIQUE.

Comme les ascensions droites du centre galactique et de S. A. 57 diffèrent de 4 heures, les deux régions sont observées à la même hauteur dans des azimuts très différents. On peut donc se demander si l'absorption atmosphérique est bien, en moyenne, la même dans les deux cas. De plus, le champ de 45 Ophiuchi et celui de l'amas globulaire O. H. P. n° 1 sont beaucoup plus riches en étoiles que S. A. 57 : on trouve 6000 étoiles par degré carré sur les photographies prises en bleu autour de l'étoile 45 Ophiuchi, 200 seulement sur S. A. 57 (rapport 30). Le rapport devient 24000/220 $\simeq$ 110 dans le proche infrarouge. Le fond du ciel, où interviennent les étoiles inobservables individuellement, est plus brillant dans le centre galactique.

Pour étudier l'influence de ces deux facteurs, nous avons, à titre de contrôle, comparé directement (sans nous servir de S. A. 57) les régions 45 Ophiuchi et amas O. H. P. n° 1 à celle de l'amas globulaire NGC 6522, contenu dans le nuage A, qui a été étudié par W. BAADÉ [14, 25, 26], S. GAPONCHIKIN [27], puis J. J. NASSAU et V. M. BLANCO [28]. Ces derniers ont publié les magnitudes photographiques de 63 étoiles sur une aire de 390 minutes carrées autour de NGC 6522 (cliché de BAADÉ). Ces magnitudes nous ont servi à tracer la courbe de calibrage relative à 6 clichés que nous

avons pris dans la même région au télescope de 81 cm. À partir de ces courbes, nous avons déterminé les magnitudes de 130 étoiles arbitrairement choisies. D'autre part, les magnitudes photographiques de ces mêmes étoiles (130 + 63) ont été déterminées au moyen de la courbe de calibrage tracée avec le champ de 45 Ophiuchi.

La figure 6 montre que les points obtenus, en portant en abscisses les magnitudes déterminées à partir des mesures de NASSAU et BLANCO, en ordonnées celles déduites du champ de 45 Ophiuchi, se placent bien sur une droite, dont la pente diffère un peu de l'unité,

Au dessous de $m_{vg} = 15,5$ les magnitudes tirées des données de NASSAU et BLANCO sont inférieures aux nôtres et elles sont supérieures pour les étoiles plus faibles. Une telle rotation de la droite autour du point $m_{vg} = 15,5$ ne peut s'expliquer par l'absorption interstellaire plus grande dans le champ de l'étoile 45 Ophiuchi. Elle résulte fort probablement d'une différence d'échelle de magnitudes.

Pour chercher l'influence d'une différence d'absorption atmosphérique entre le centre galactique et la S. A. 57, nous avons choisi deux champs de surfaces égales autour de l'amas O. H. P. n° 1 (78 étoiles) et au voisinage de 45 Ophiuchi (103 étoiles) et essayé de déterminer leurs magnitudes photographiques une fois par S. A. 57 et une fois par N. G. C. 6522. Bien entendu tous les couples des clichés ont le même temps de pose, les mêmes conditions de développement et sont pris à la même hauteur. La pente des droites obtenues est sensiblement la même que celle de la figure 6 et les deux droites passent sensiblement par l'origine des coordonnées, ce qui n'aurait pas eu lieu si l'absorption atmosphérique avait été différente dans les deux régions (fig. 7).

2. CATALOGUE.

L'ensemble des mesures photométriques effectuées pour la détermination des magnitudes en trois couleurs de 2600 étoiles, situées dans une aire limitée au voisinage de l'étoile 45 Ophiuchi et de l'amas globulaire O. H. P. n° 1, sont groupées dans un catalogue publié par ailleurs avec les cartes d'identification, et contenant les numéros d'identification, les magnitudes photographiques bleues, rouges et infrarouges, ainsi que le cas échéant les rapports des indices de couleur (*Journal des Observateurs*, sous presse).

DEUXIÈME PARTIE

CHAPITRE IV

Indices de couleur et absorption interstellaire

1. INDICES DE COULEUR.

Des magnitudes m_{vg} , m_r et m_{ir} données dans le catalogue nous avons tiré les indices de couleur C_{vg-r} et C_{vg-ir} . Les figures 8 et 9 représentent les graphiques construits en portant en abscisses les magnitudes photographiques m_{vg} , en ordonnées les indices C_{vg-r} (900 étoiles environ) et C_{vg-ir} (2600 étoiles). Bien qu'il existe une dispersion notable, on voit que, d'une manière tout à fait générale, les deux séries d'indices croissent avec la magnitude. *Les étoiles sont d'autant plus rouges qu'elles sont faibles.*

La figure 10 montre en outre les variations de l'indice C_{vg-r} en fonction de C_{vg-ir} . La plupart des points se groupent assez bien autour d'une droite de pente 0,75. Enfin, le rapport des deux indices C_{vg-ir}/C_{vg-r} représenté en fonction de m_{vg} est bien voisin de 1 pour toutes les étoiles plus faibles que $m_{vg} = 13,0$ (fig. 11).

On peut *a priori* se demander si la croissance des indices de couleur en fonction de la magnitude est une propriété intrinsèque des étoiles ou si elle résulte de l'absorption interstellaire.

1) Dans la première hypothèse, la température de couleur doit décroître en même temps que l'éclat de l'étoile.

Nous avons calculé les températures de couleur T_1 et T_2 de chaque étoile à partir de ses indices C_{vg-r} et C_{vg-ir} en supposant son rayonnement identique à celui d'un corps noir. Les mesures faites en 3 couleurs sont assimilées à des mesures monochromatiques correspondant aux longueurs d'onde moyenne

$$\lambda_1 = 0,440, \quad \lambda_2 = 0,640 \quad \text{et} \quad \lambda_3 = 0,810 \mu \text{ [29].}$$

Les deux indices sont nuls par convention pour un corps noir à 11000 °K, correspondant à une étoile A5, et les gradients relatif $\Delta\Phi_1$ par rapport au corps noir à 11000 °K est calculé à partir de l'indice C_{vg-r} pour la longueur d'onde moyenne

$$(\lambda_1 + \lambda_2)/2 = 0,540\mu,$$

de même, le gradient relatif $\Delta\Phi_2$ à partir de C_{vg-ir} pour

$$(\lambda_1 + \lambda_2)/2 = 0,625\mu.$$

De ces gradients relatifs nous tirons les températures de couleur T_1 et T_2 dont le rapport ne varie pas en fonction de m_{vg} (fig. 12, $T_2/T_1 = 1,05$).

Les graphiques construits en portant en abscisses les magnitudes photographiques décroissantes m_{vg} en ordonnées les températures T_1 et T_2 sont tout à fait semblables aux figures 8 et 9. Quand la magnitude photographique augmente de 11 à 18, T_1 décroît de 5000 à 1800 °K, T_2 de 5000 à 2000 °K environ. D'autre part, le graphique C_{vg-r} en fonction de C_{vg-ir} pour les corps noirs à diverses températures est une droite dont la pente 0,69 diffère assez peu de celle qui a été observée (0,75).

2) Supposons au contraire que la température des étoiles soit indépendante de leur magnitude et que l'accroissement des indices de couleur avec m_{vg} résulte uniquement de l'absorption interstellaire. Nous savons qu'entre 0,81 et 0,44 μ , l'absorption en magnitude est pratiquement fonction linéaire de λ^{-1} . On a alors entre les absorptions relatives aux 3 longueurs d'onde moyennes considérées.

$$\frac{A_{vg} - A_r}{A_{vg} - A_{ir}} = \frac{1/0,44 - 1/0,64}{1/0,44 - 1/0,81} = 0,684.$$

On ne peut donc pas choisir entre les deux hypothèses envisagées ; résultat qu'il était facile de prévoir puisque dans l'intervalle considéré, les gradients des corps noirs sont, comme l'absorption, proportionnels à λ^{-1} . *Il est impossible de séparer l'effet de l'absorption interstellaire de celui d'un changement de gradient.*

Sur la figure 10 un certain nombre de points se détachent au-dessous de la droite comme si la pente était diminuée. Ce sont ces mêmes étoiles qui s'écartent au-dessus du nuage de points le plus compact des figures 8 et 9. Ces étoiles sont intrinsèquement plus rouges que les autres ou bien plus fortement rougies par des nuages absorbants plus lointains.

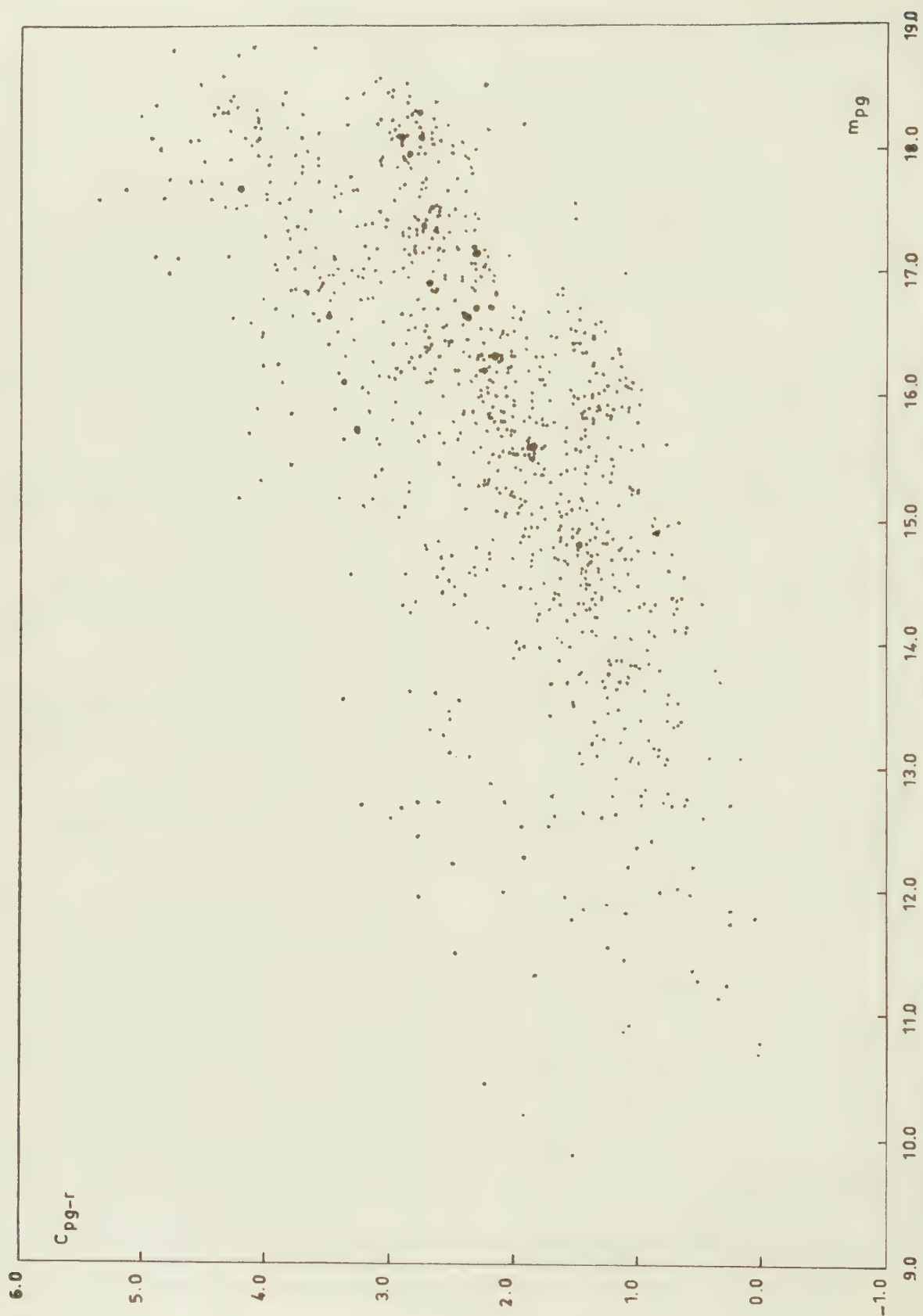


FIG. 8. — En abscisses sont portées les magnitudes photographiques et en ordonnées les indices de couleur C_{pg-r} d'un millier d'étoiles situées autour de 45 Ophiuchi et de l'amas O. H. P. n° 1.

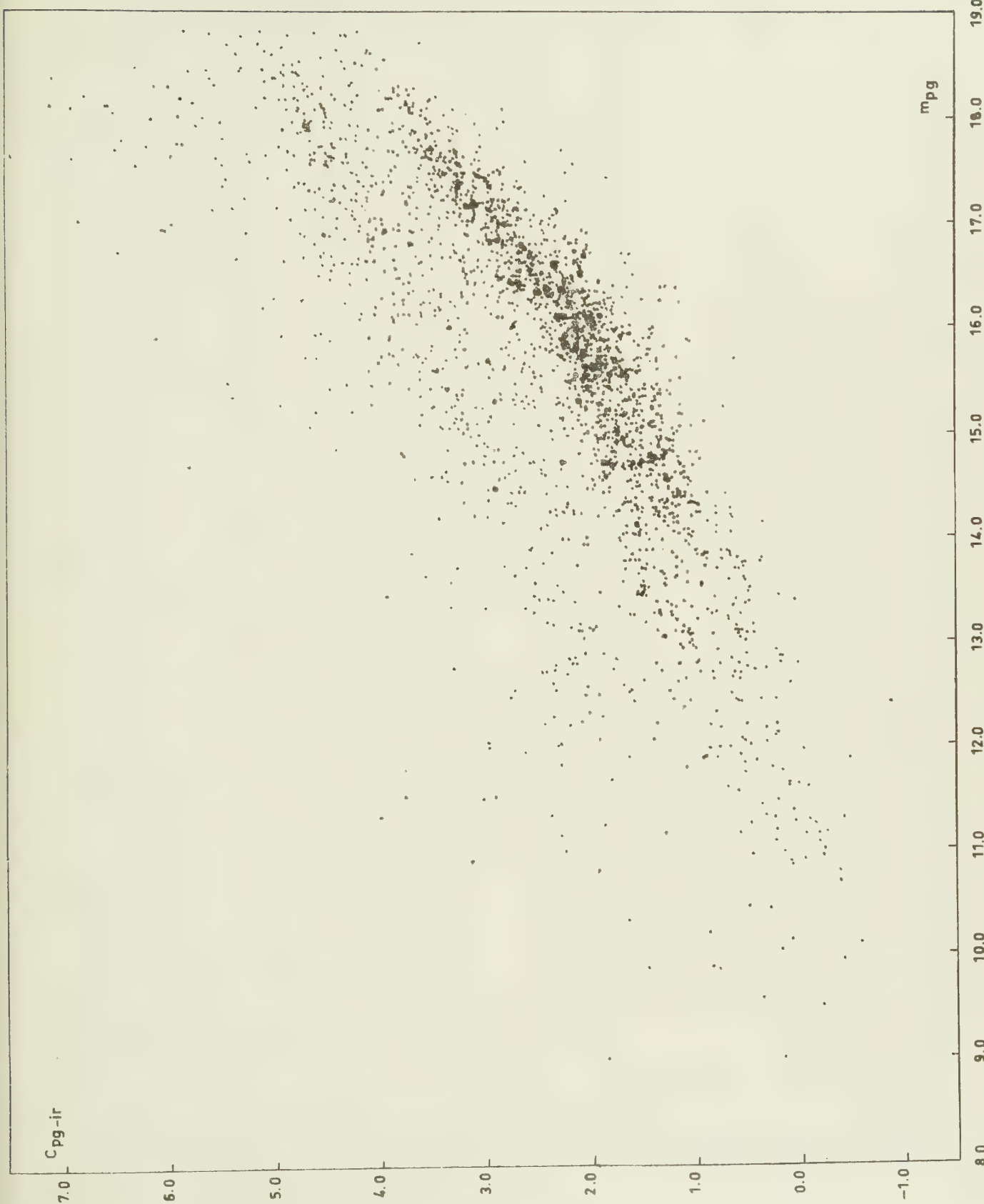


FIG. 9. — En abscisses sont portées les magnitudes photographiques et en ordonnées les indices de couleur C_{pg-ir} de 2600 étoiles voisines de 45 Ophiuchi et de l'amas O. H. P. n° 1.

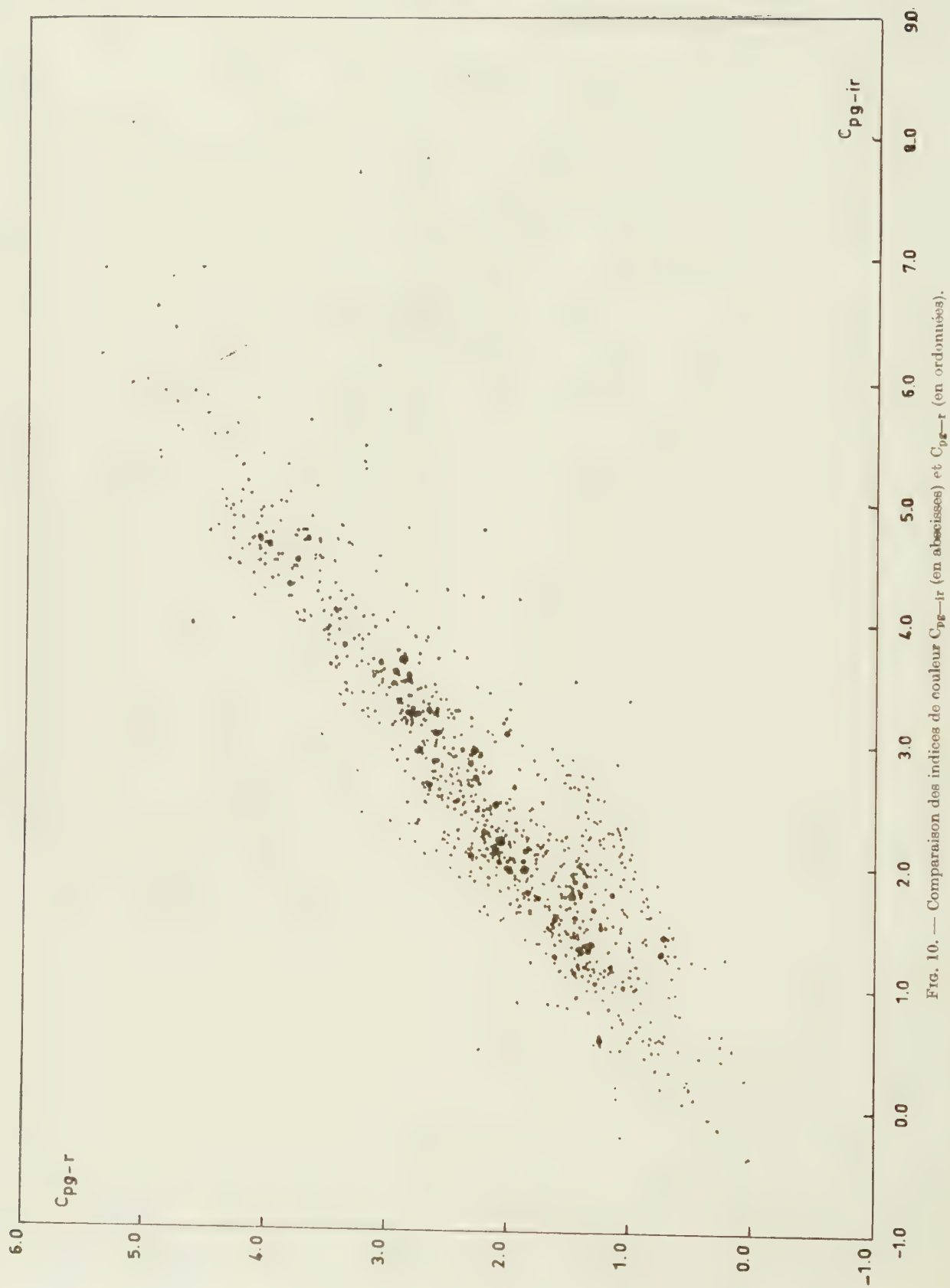


Fig. 10. — Comparaison des indices de couleur C_{pg-ir} (en abscisses) et C_{pg-r} (en ordonnées).

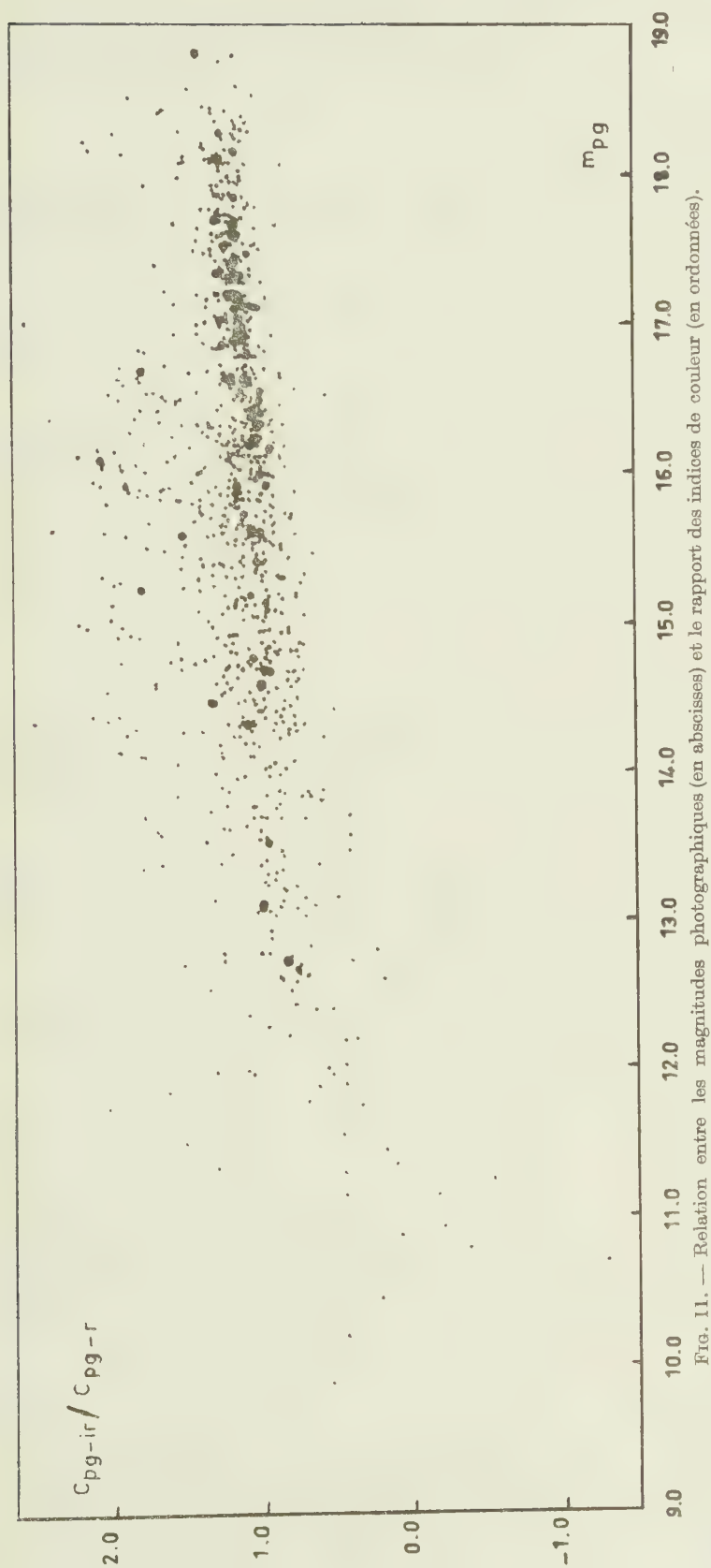


FIG. 11. — Relation entre les magnitudes photographiques (en abscisses) et le rapport des indices de couleur (en ordonnées).

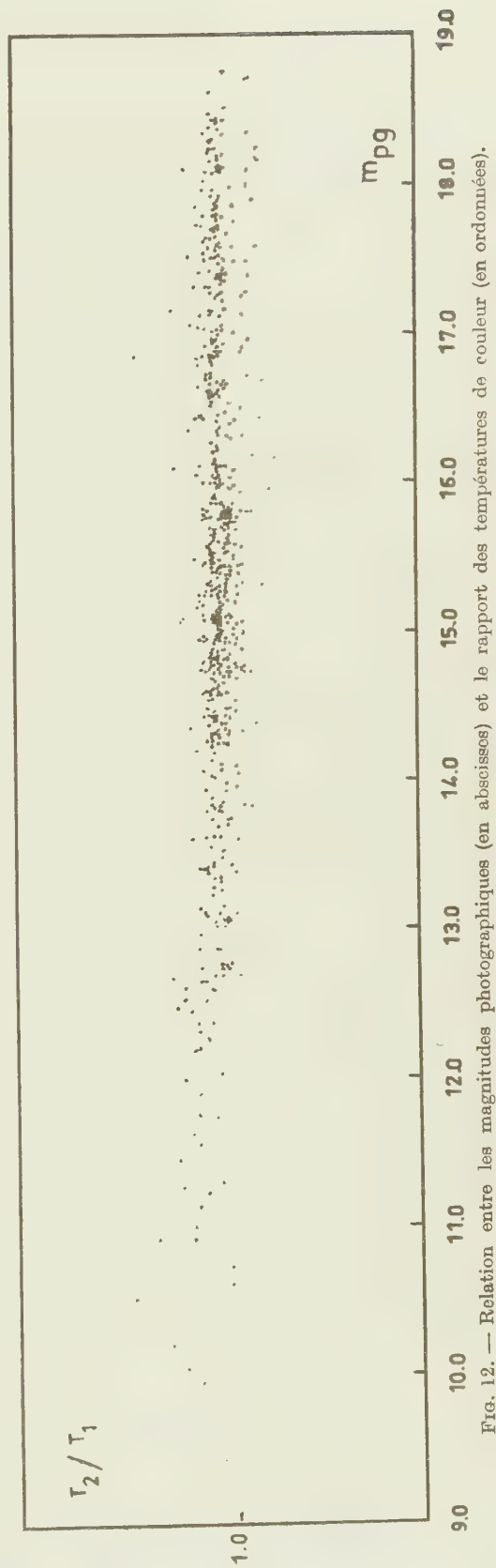


FIG. 12. — Relation entre les magnitudes photographiques (en abscisses) et le rapport des températures de couleur (en ordonnées).

2. COMPARAISON AVEC LES ÉTOILES DU NUAGE A, AUTOUR DE L'AMAS GLOBULAIRE NGC 6522.

Il est intéressant de comparer immédiatement les résultats précédents à ceux concernant les étoiles autour de l'amas globulaire NGC 6522, qui appartient certainement à la condensation centrale de la Galaxie.

Nous avons déterminé par photographie les magnitudes en trois couleurs de 63 étoiles dont J. J. NASSAU et V. M. BLANCO [28] ont déjà publié les magnitudes photographiques et de 130 autres étoiles choisies au hasard dans la même région. Les graphiques construits comme précédemment, en portant en abscisses les magnitudes photographiques m_{pg} , en ordonnées les indices C_{pg-r} et C_{pg-ir} sont moins significatifs que pour la région de l'étoile 45 Ophiuchi et de l'amas O. H. P. n° 1, parce qu'ils contiennent beaucoup moins d'étoiles. Néanmoins ils présentent une allure tout à fait semblable. Il en est de même pour la relation linéaire existant entre les indices de couleur qui présente sensiblement la même pente.

On peut conclure de là que l'absorption interstellaire ne joue pas le rôle essentiel dans la variation des indices de couleur en fonction de la magnitude photographique, puisque l'absorption est beaucoup plus petite devant le nuage A que devant le nuage B. Les étoiles de deux régions sont donc intrinsèquement plus rouges lorsqu'elles sont plus faibles.

Or, dans le nuage B surtout, plus fortement absorbé, les étoiles faibles observées en rouge et dans le proche infrarouge ne peuvent appartenir pour la plupart à la séquence principale. Ce sont en majorité des géantes rouges. Autour de NGC 6522, NASSAU et BLANCO ont montré qu'il existe beaucoup d'étoiles M et W. BAADÉ y avait trouvé déjà un grand nombre de variables, dont 70 % de RR Lyrae, donc d'étoiles de la population II.

La ressemblance des graphiques C_{pg-r} et C_{pg-ir} en fonction de m_{pg} dans les deux régions comparées porte à croire que celles-ci sont peuplées d'étoiles semblables et que le nuage B appartient, comme le nuage A, à la condensation centrale.

3. ABSORPTION INTERSTELLAIRE DEVANT LE NUAGE A

ET PARTICULIÈREMENT DEVANT L'AMAS NGC 6522.

1. Parmi les 40 géantes bleues dont W. A. HILTNER [30] a mesuré les magnitudes dans le système U, B, V, 20 se projettent sur la région A

($322^\circ < l^I < 331^\circ$; $0^\circ < b^I < -5^\circ,5$). Aucune d'entre elles ne présente d'excès de couleur B-V supérieur à 0,79 magn., et la valeur moyenne est égale à :

$$\bar{E}_{(B-V)} = + 0,59 \text{ magn.}$$

On peut admettre que l'absorption totale en bleu vaut 4,0 fois l'excès de couleur $E_{(B-V)}$, d'où :

$$A_{pg} = 4,0 \times 0,59 = 2,36 \text{ magn. } (1)$$

2. Dans une étude photoélectrique antérieure d'étoiles B choisies au Sud de la Voie Lactée, B. J. BOK et U. VAN WIJK [31] avaient signalé que 7 d'entre elles se projettent sur le grand nuage du Sagittaire ($\alpha = 17 \text{ h } 53 \text{ mn}$; $\delta = -29^\circ$; $l^I = 329^\circ$; $b^I = -4^\circ$). Pour 5 de ces étoiles (parmi les 20 précédemment utilisées) comprises entre les latitudes galactiques

$$-4^\circ,5 < l^I < -3^\circ,5,$$

les mesures de HILTNER donnent

$$\bar{E}_{(B-V)} = 0,554$$

d'où

$$A_{pg} = 2,22 \text{ magn.}$$

3. Pour l'amas globulaire NGC 6522, J. STEBBINS et A. E. WHITFORD ont mesuré, dans leur système C_2 (bandes passantes larges et voisines)

$$C_2 = + 0,14 \text{ magn.}$$

En admettant pour un amas non rougi, situé au voisinage du pôle galactique $C_2 = -0,08$ on en tire l'excès de couleur

$$E_2 = 0,14 + 0,08 = + 0,22.$$

L'excès de couleur correspondant à leur système C_1 (à bandes passantes plus étroites) serait

$$E_1 = (C_1/C_2) \times E_2 = 1,682 \times 0,22 = 0,37 \text{ magn.}$$

d'où l'absorption photographique totale ($7E_1$) :

$$A_{pg} = 7,00 \times 0,37 = 2,59 \text{ magn. (W. BAADÉ, 14).}$$

Mais on peut observer que l'indice de couleur $C_2 = -0,08$ se rapporte à des amas de spectres moins avancés que NGC 6522 qui appartient au type F8. Pour celui-ci il vaudrait mieux prendre $C_2 = -0,04$, ce qui conduit finalement à

$$A_{pg} = 2,10 \text{ magn.}$$

(1) Le facteur 4,0 peut d'ailleurs être justifié au moyen de la courbe de rougissement de STEBBINS-WHITFORD-DIVAN, considérant les magnitudes B et V comme déterminées en lumière monochromatique pour les longueurs d'onde $0,445\mu$ et $0,546\mu$. On trouve, à l'aide de la courbe de rougissement

$$A_{0,445}/(A_{0,445} - A_{0,546}) = 4,0.$$

4. En 1953, W. BAADE a donné, sans détails, l'absorption photographique totale, tirée des mesures inédites en 6 couleurs de STEBBINS et WHITFORD [32].

$$A_{pg} = + 2,80 \text{ magn.}$$

5. En 1958, W. BAADE, durant les discussions d'un colloque [26], à deux reprises communique deux valeurs différentes pour l'absorption inter-stellaire photographique devant l'amas NGC 6522,

$$A_{pg} = 2,75 \text{ magn.}$$

et

$$A_{pg} = 2,15 \text{ magn.}$$

6. Avec trois séries de mesures concordantes, J. DUFAY et J. H. BIGAY trouvent pour le même amas, l'indice de couleur $B - V = + 1,19$ [33]. En posant $B - V = + 0,67$ pour des amas non rougis, on obtient

$$E_V = + 0,52 \text{ magn.}$$

et

$$A_{pg} = 4,0 \times 0,52 = 2,08 \text{ magn.}$$

7. En 1959, H. L. JOHNSON [34] trouve $E_{(B-V)} = + 0,53 \text{ magn.}$, ce qui correspond à une absorption de

$$A_{pg} = 4,0 \times 0,53 = 2,12 \text{ magn.}$$

8. Dans leur important travail sur la photométrie en 3 couleurs des amas globulaires, P (bleu), V (visuel), I (infrarouge), G. E. KRON et N. U. MAYALL [34], ont trouvé pour l'amas NGC 6522, l'excès de couleur :

$$E_{(P-V)} = + 0,48 \text{ magn.}$$

d'où ils tirent l'absorption photographique

$$A_{pg} = 4,0 \times 0,48 = 1,92 \text{ magn.}$$

9. En 1961 A. E. WHITFORD [35] a publié les mesures en 6 couleurs faites par J. STEBBINS sur NGC 6522. Par comparaison aux amas M2, M13, M15 et M92, considérés comme non rougis, ils évaluent les excès de couleur

$$E_{(G-R)(5700-7190\text{\AA})} = + 0,33$$

et

$$E_{(R-I)(7190-10300\text{\AA})} = + 0,64..$$

D'après la courbe d'absorption de WHITFORD, l'absorption photographique totale vaut

$$A_{pg} = 4,67 E_{(G-R)} = 4,12 E_{(R-I)}$$

d'où, pour A_{pg} , les deux valeurs très différentes

$$A_{pg} = 4,67 \times 0,33 = 1,54 \text{ magn.}$$

et

$$A_{pg} = 4,12 \times 0,64 = 2,64 \text{ magn.}$$

dont la moyenne $A_{pg} = 2,09 \text{ magn.}$, diffère peu des évaluations précédentes, mais ne paraît pas avoir de signification précise.

Les 9 valeurs précédentes sont assez disparates, mais les plus sûres s'échelonnent entre 1,9 et 2,3 magn. Il est hors de doute que les premières évaluations de W. BAADE $A_{pg} \simeq 2,75 \text{ magn.}$, sont trop fortes et que la moyenne la plus probable est voisine de 2,10 à 2,15 magn.

C'est cette dernière valeur que nous avons adopté comme absorption photographique devant l'amas globulaire NGC 6522.

4. ABSORPTION DEVANT LE NUAGE B ET PARTICULIÈREMENT L'AMAS O. H. P. N° 1.

Évaluations directes.

Il est bien difficile d'évaluer *directement* l'absorption photographique totale devant le nuage B qui est beaucoup plus forte.

Une première tentative a été faite par J. DUFAY [36] à partir de l'excès de couleur $E_{(R-I)}$ tiré des mesures de STEBBINS et WHITFORD. D'après ces auteurs, $E_{(R-I)}$ est voisin de 1,50 ou 1,65. Au moyen de la courbe d'absorption retracée par VAN DE HULST à partir des mesures de WHITFORD, J. DUFAY en avait tiré.

$$A_{pg} = 5,00 \text{ ou } 5,50 \text{ magn.}$$

La nouvelle courbe de rougissement de A. E. WHITFORD donne une absorption un peu plus grande.

L'indice de couleur de l'amas O. H. P. N° 1 à été mesuré photoélectriquement dans le système B-V par J. DUFAY et J. H. BIGAY [33] bien que cet amas soit invisible.

Ils ont trouvé

$$B - V = 2,0 \pm 0,10 \text{ magn.}$$

En prenant pour les amas non rougis

$$B_0 - V_0 = + 0,67$$

ils en trouvent l'excès de couleur

$$E_{(B-V)} = + 1,33 \pm 0,10 \text{ magn.}$$

et l'absorption photographique totale

$$A_{pg} = 4,0 \times 1,33 = 5,3 \pm 0,4 \text{ magn.}$$

Évaluation indirecte

Il est sans doute plus avantageux d'évaluer la différence des absorptions photographiques devant les nuages B et A et d'en tirer l'absorption devant le nuage B, connaissant déjà avec une approximation meilleure, l'absorption devant A.

C'est ainsi qu'avaient procédé dès 1952 J. DUFAY, J. H. BIGAY, P. BERTHIER [6, 10]. Leur travail est basé sur l'hypothèse suivante : les nuages A, B et la région intermédiaire très assombrie C, faisant partie de la condensation centrale auraient, avant tout absorption même brillance moyenne. Les différences d'absorption peuvent alors être déterminées sur des photographies à petite échelle où les nuages ne sont pas, dans leur ensemble, résolus en étoiles.

Les variations très semblables en fonction de la magnitude photographique, des indices de couleur C_{pg-r} et C_{pg-ir} dans les deux régions (étoile 45 Ophiuchi, amas O. H. P. n° 1 et amas NGC 6522) que nous avons constatées précédemment, viennent à l'appui de l'hypothèse de base *a priori* un peu arbitraire.

Les clichés utilisés avaient été pris avec un objectif de Cojan ($f = 16$ cm, ouverture relative $f/2$) et couvrent une aire de 10° de diamètre environ, donnant une image circulaire de 4 cm sur la plaque. En bleu les plaques Eastman 103aO étaient obtenues sans filtre, avec des poses de l'ordre de 5 et 10 minutes ($\lambda_m = 0,44 \mu$). Le nuage B y est invisible (fig. 13). Dans le proche infrarouge, en associant les plaques IN hypersensibilisées à un filtre Wratten 87 ($\lambda_m = 0,83 \mu$), le nuage B apparaissait avec 20 minutes de pose ; il est surexposé quand on pose 1 heure (figure 15). Dans le rouge, sur plaque 103aE, avec le filtre Ilford 608, on isolait une bande spectrale étroite (environ $300 \text{ \AA}$) autour de la raie $H\alpha$ ($\lambda_m = 0,656 \mu$) et une pose de 75 minutes était nécessaire pour que le nuage B commence à se dessiner (fig. 14).

Entre les nuages A et B s'étend une longue bande sombre relativement étroite (région C) où l'absorption est encore plus forte. On note le renforcement considérable de certaines étoiles K et M sur les clichés infrarouges.

Chaque plaque porte un étalonnage photométrique réalisé avec un sensimètre à tubes et le filtre servant à la photographie stellaire.

Ces clichés avaient été étudiés par J. DUFAY en faisant une série d'enregistrement à diverses déclinaisons avec un microphotomètre Chalonge. Les enregistrements successifs correspondaient à des

distances de 2 mm sur la plaque ($0^\circ 72$ en déclinaison). En évitant les pointes correspondant aux étoiles brillantes (qui servent de repères) on peut tracer la courbe continue représentant les variations de la brillance le long de chaque bande enregistrée. D'où les variations de la brillance supposée constante à l'origine.

Le tracé des isophotes était cependant très incertain car les enregistrements étaient trop espacés. C'est pourquoi nous avons jugé utile de reprendre la mesure des plaques, en bleu et en rouge, au moyen du photomètre à iris, Sartorius, utilisé avec un iris constant et du microphotomètre visuel FABRY et BUISSON pour le cliché infrarouge, trop dense pour convenir à l'emploi du Sartorius. L'étude de chaque plaque comprend la mesure de la densité optique de 680 petites plages environ, de même diamètre, réparties suivant un quadrillage de 1 mm de côté ($0^\circ,36$), en évitant les étoiles brillantes. Elle est limitée au cercle où la coma est insensible et où la correction de distance au centre peut être négligée. Le tableau IV donne, à une constante arbitraire près, les magnitudes correspondant aux chiffres marqués sur les courbes (fig. 16-18). Le point zéro de l'échelle correspond à la zone la plus brillante du champ et la différence de magnitude (m), tout en croissant des régions brillantes vers les régions sombres, diffère d'une longueur d'onde à l'autre.

La figure 19, qui est en même temps une carte d'identification du champ en lumière bleue, montre les deux groupes d'isophotes en infrarouge de la région, obtenus par J. STEBBINS et A. E. WHITFORD ($\lambda = 1,03 \mu$, trait interrompu) et celles de KALINIAK, KRASSOVSKY et NIKONOV ($\lambda = 0,98 \mu$, trait continu). A part quelques petits détails, il existe un remarquable accord entre nos isophotes en infrarouge et ceux obtenus antérieurement. Le maximum des courbes de STEBBINS et WHITFORD coïncide en général très bien avec les régions denses et la région brillante s'adapte avec les isophotes obtenus par les astrophysiciens russes. Cependant, nos photos plus détaillées montrent le nuage B plus étendu dans la direction des longitudes décroissantes.

Afin d'étudier la variation locale de l'absorption interstellaire photographique devant les trois nuages A, B et C, nous avons tracé 13 groupes de graphiques à partir de ces isophotes : 9 d'après des sections perpendiculaires au sens des ascensions droites et 4, aux arcs de cercles de déclinaisons (fig. 20).

A la déclinaison $\delta = -25^\circ$, bien qu'en lumière bleue l'intensité de la région soit décroissante de

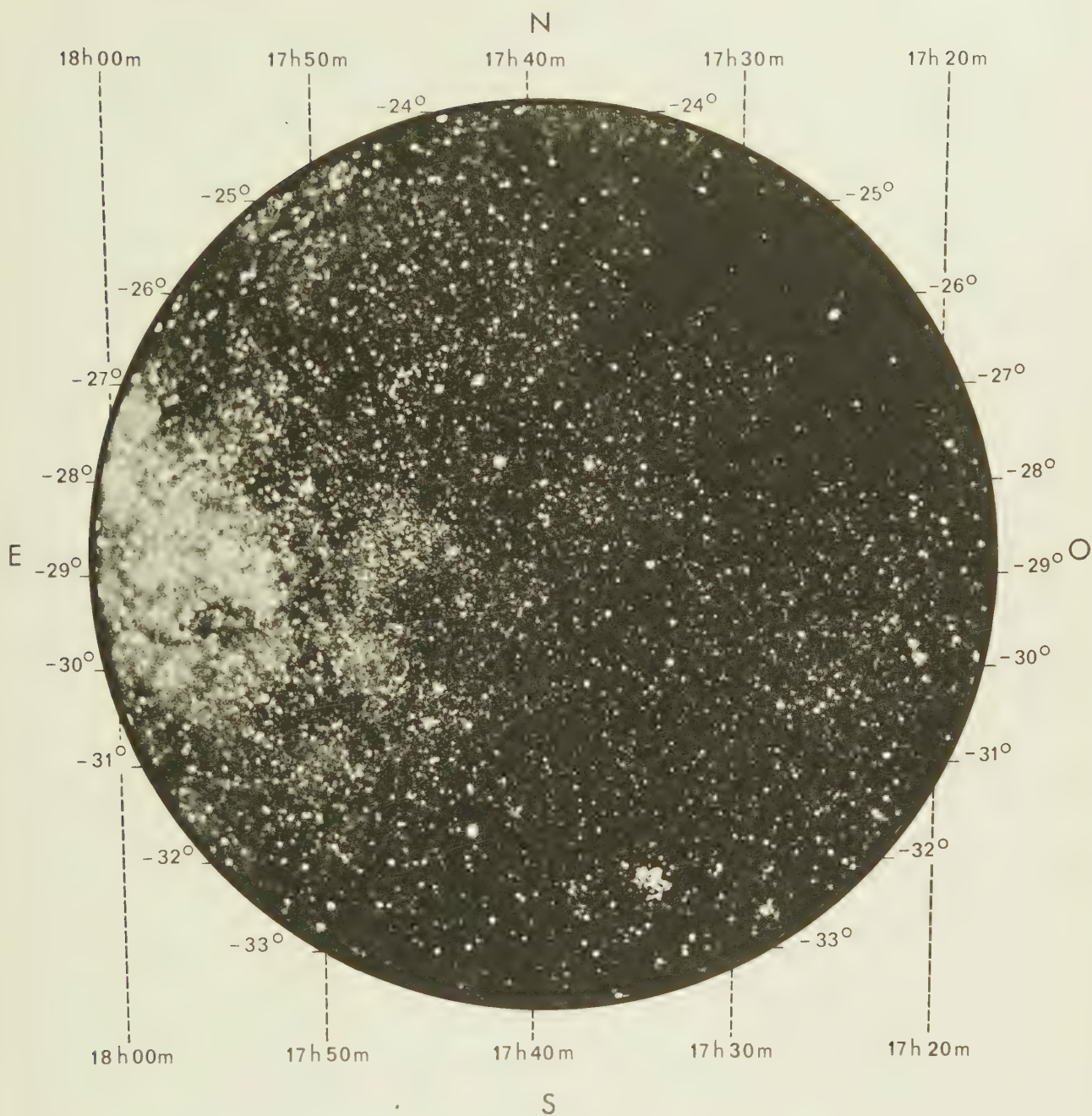


Fig. 13 — Région centrale de la Galaxie en lumière bleue. $\lambda_{\text{moy}} \simeq 0,4450 \mu$, plaque 103 a 0, pose 10 m, 30 juin 1952.
Cliché J. Dufay.

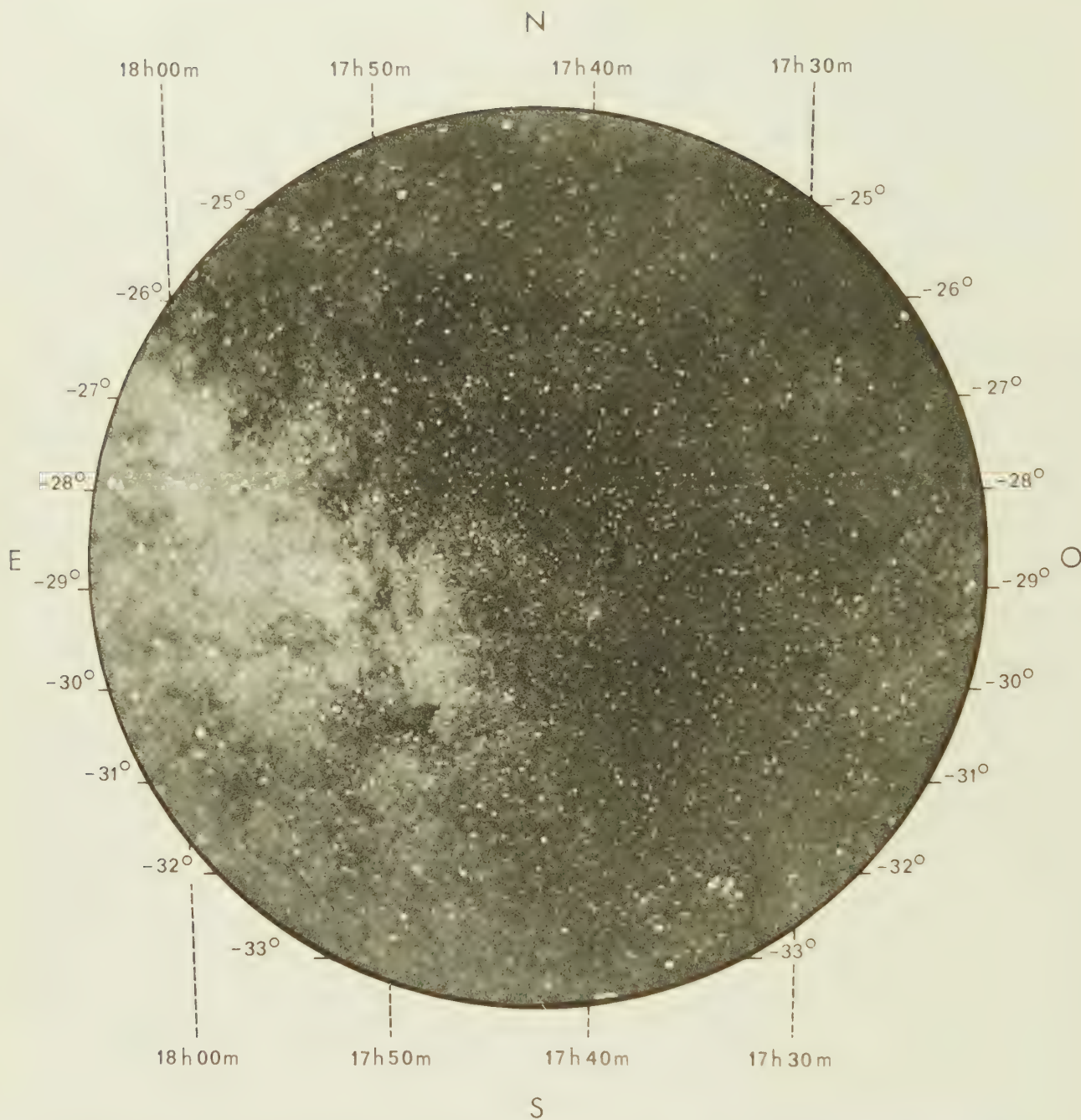


Fig. 14 — Région centrale de la Galaxie en lumière rouge. $\lambda_{\text{moy}} \sim 0,6560\mu$, plaque 103 a E, filtre Ilford 608, pose 75 m, 1^{er} juillet 1952. Cliché J. Dufay.

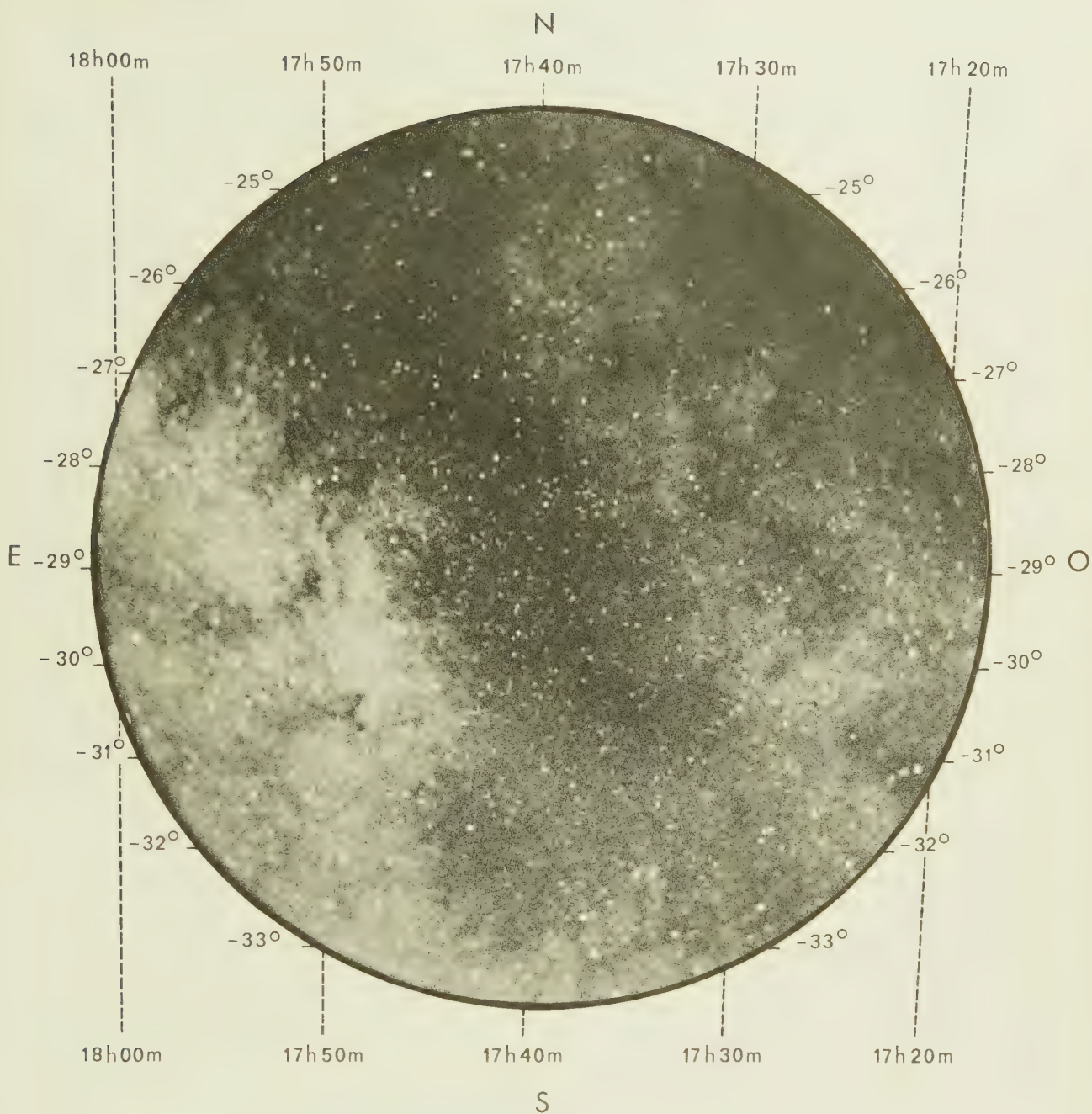
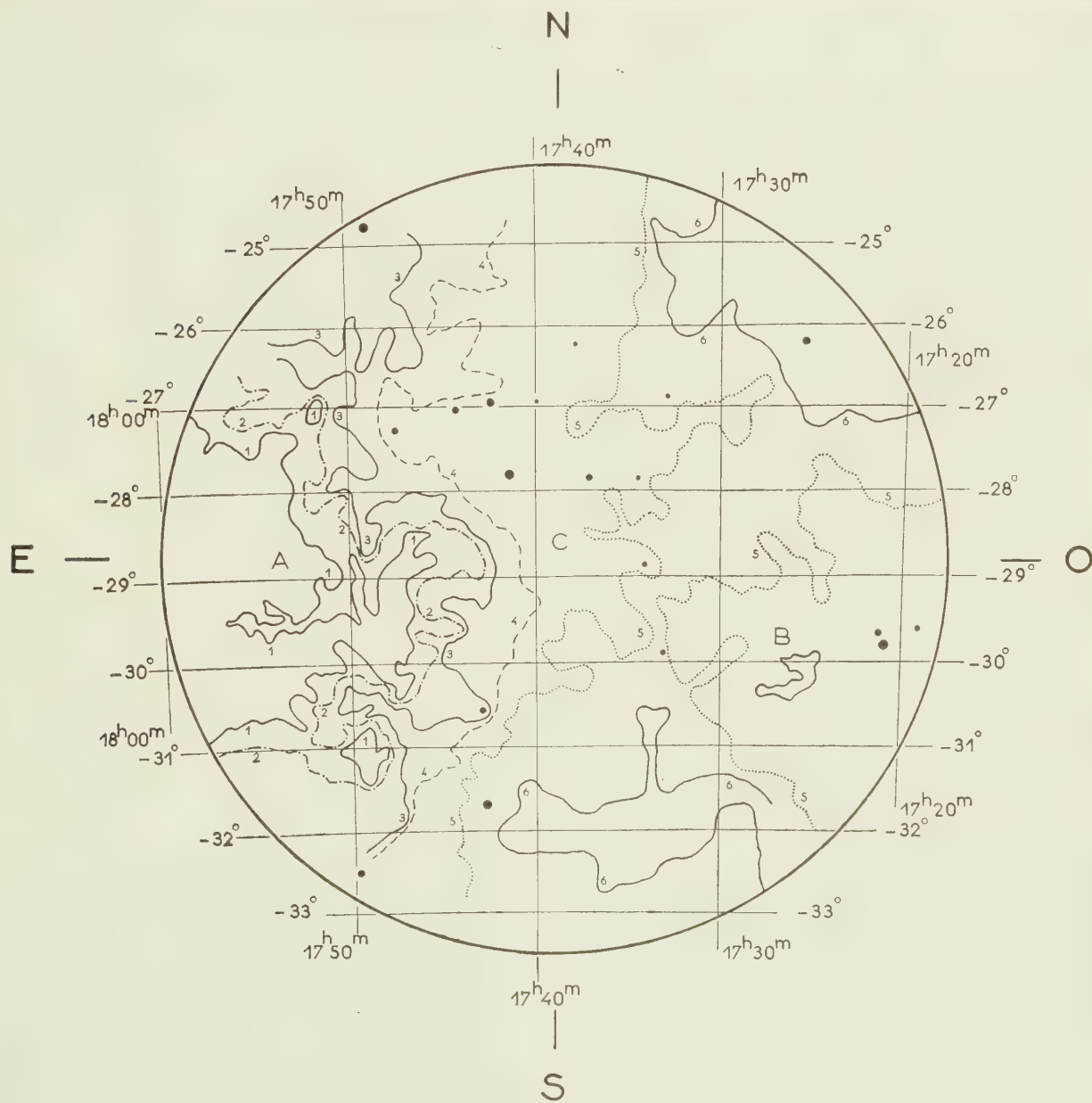


Fig. 15 — Région centrale de la Galaxie en lumière proche infrarouge. $\lambda_{\text{moy}} \simeq 0,8300\mu$ plaque IN, préalablement hypersensibilisée, filtre Wratten 87, pose 60 m. 30 juin 1952. Cliché J. Dufay.

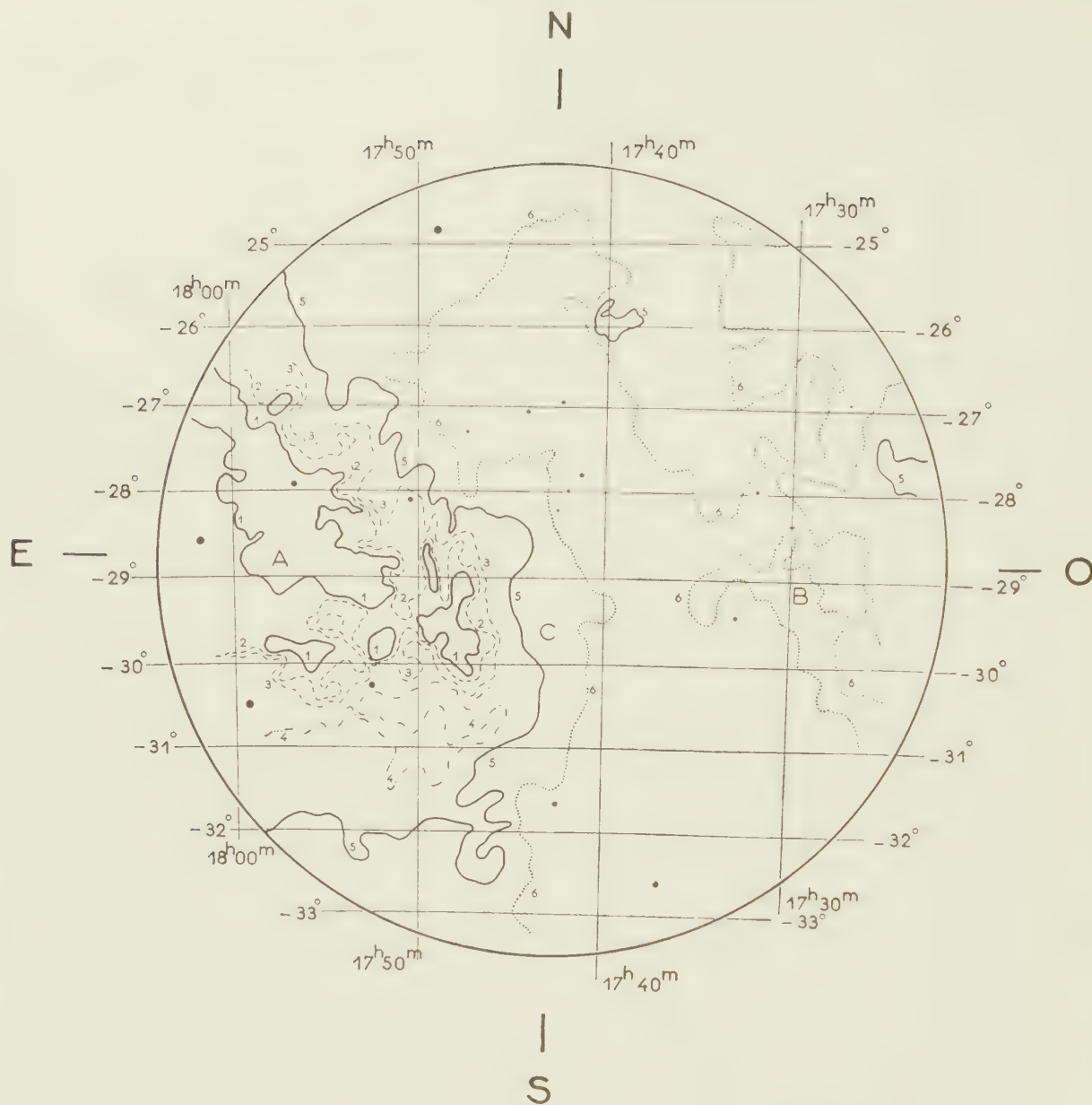
TABLEAU IV

$\lambda = 0,445\mu$ (SARTORIUS)			$\lambda = 0,656\mu$ (SARTORIUS)			$\lambda = 0,830\mu$ (FABRY-BUISSON)		
COURBE	COIN	m	COURBE	COIN	m	COURBE	DENSITÉ	m
1	130	0,00	1	130	0,00	1	2,8	0,00
2	120	0,19	2	125	0,10	2	2,6	0,05
3	115	0,26	3	120	0,24	3	2,4	0,17
4	110	0,33	4	115	0,40	4	2,2	0,33
5	105	0,38	5	110	0,56	5	2,0	0,61
6	100	0,43	6	105	0,72			



Isophotes en lumière Bleue

Fig. 16. — Carte des isophotes pour la radiation bleue.

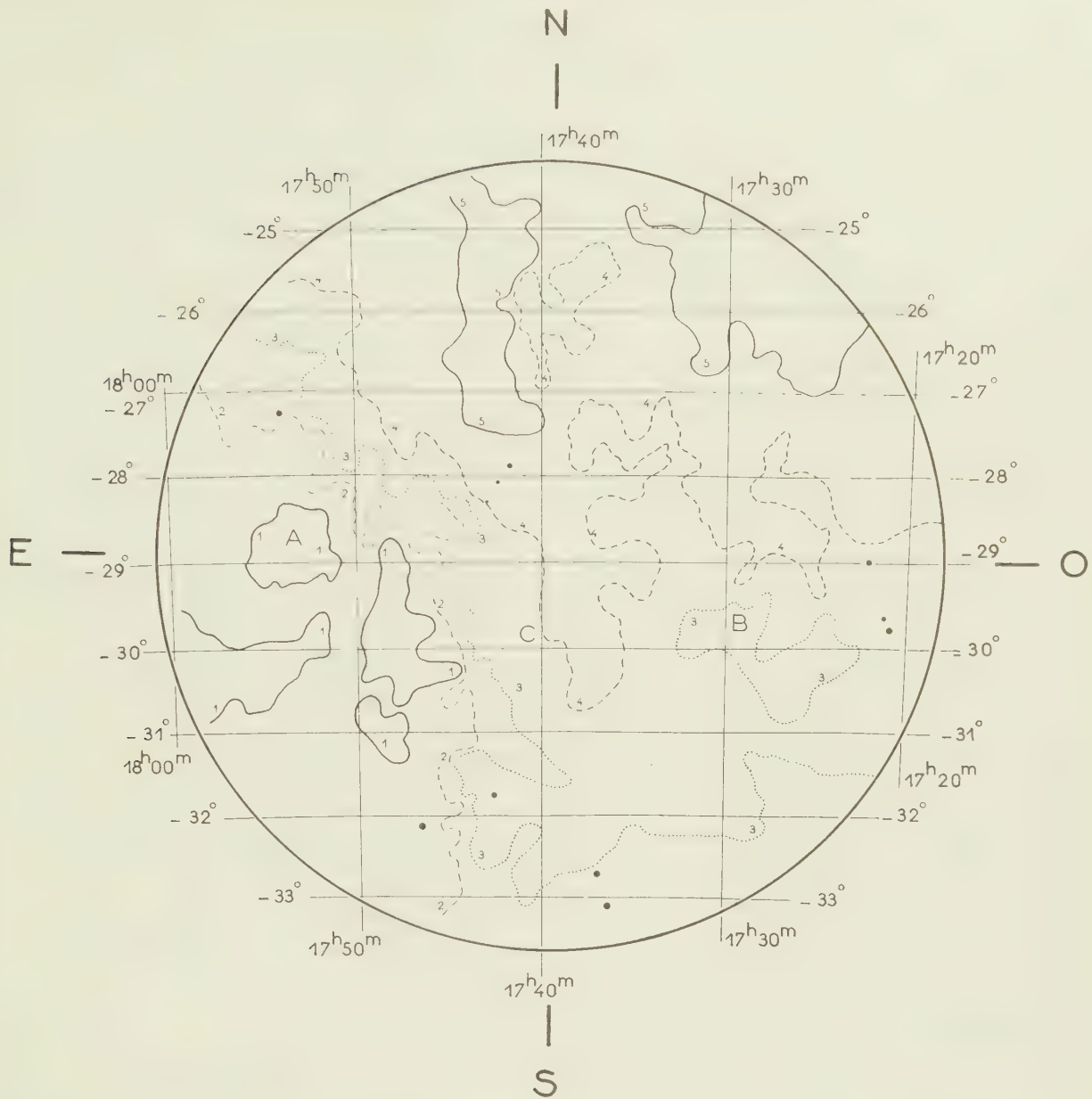


Isophotes en lumière Rouge

FIG. 17. — Carte des isophotes pour la radiation rouge.

l'est à l'ouest, en infrarouge nous distinguons les nuages C et B. A $\delta = -26^\circ$ cette observation est plus précise. Entre les cotes -27° et -29° la différence de la brillance $B_A - B_B$ progresse très rapidement. Il est possible de localiser déjà les trois nuages à leur juste place. Les variations accidentelles et locales des graphiques reproduisent très clairement la structure filamenteuse du nuage A surtout vers la bande obscure. A $\delta = -29^\circ$ en

bleu, le nuage A atteint son éclat maximum, tandis que C et B restent à leur minimum (même ordre de grandeur d'éclat). Au niveau $\delta = -30^\circ$, en infrarouge, la brillance du nuage B devient presque identique à celle du nuage A. La courbe en lumière rouge dessine parfaitement la position de la bande C. Pour la première fois, à cette hauteur ($\delta = -30^\circ$), le nuage B commence à apparaître sur la courbe correspondant à la radiation



Isophotes en lumière infrarouge

FIG. 18. — Carte des isophotes pour la radiation proche infrarouge.

$\lambda = 0,445 \mu$. Dans les sections $\delta = -31^\circ$ et -32° , l'amplitude relative en magnitude des nuages A et B diminue par rapport à C.

Il résulte de ces observations que l'amas O. H. P. n° 1 se trouve dans une région relativement transparente du nuage stellaire B, où l'absorption photographique est inférieure de 0,10 à 0,20 magnitude à sa valeur moyenne. D'ailleurs, sur un cliché bleu, dans une aire de $15' \times 15'$ centrée sur l'amas O. H. P. n° 1, nous comptons environ 1,4 fois plus

d'étoiles que dans les aires avoisinantes. Si ce rapport de 1,4 (coefficient de la densité relative) n'avait aucune relation avec l'absorption interstellaire ou la transparence, il devrait décroître de l'amas vers l'étoile 45 Ophiuchi, voisine du bord du nuage. Mais le nombre des étoiles dénombrées dans des aires égales décroît de l'amas vers 45 Ophiuchi, prouvant ainsi que l'espace interstellaire est relativement plus transparent autour de l'amas que pour l'ensemble du nuage B.

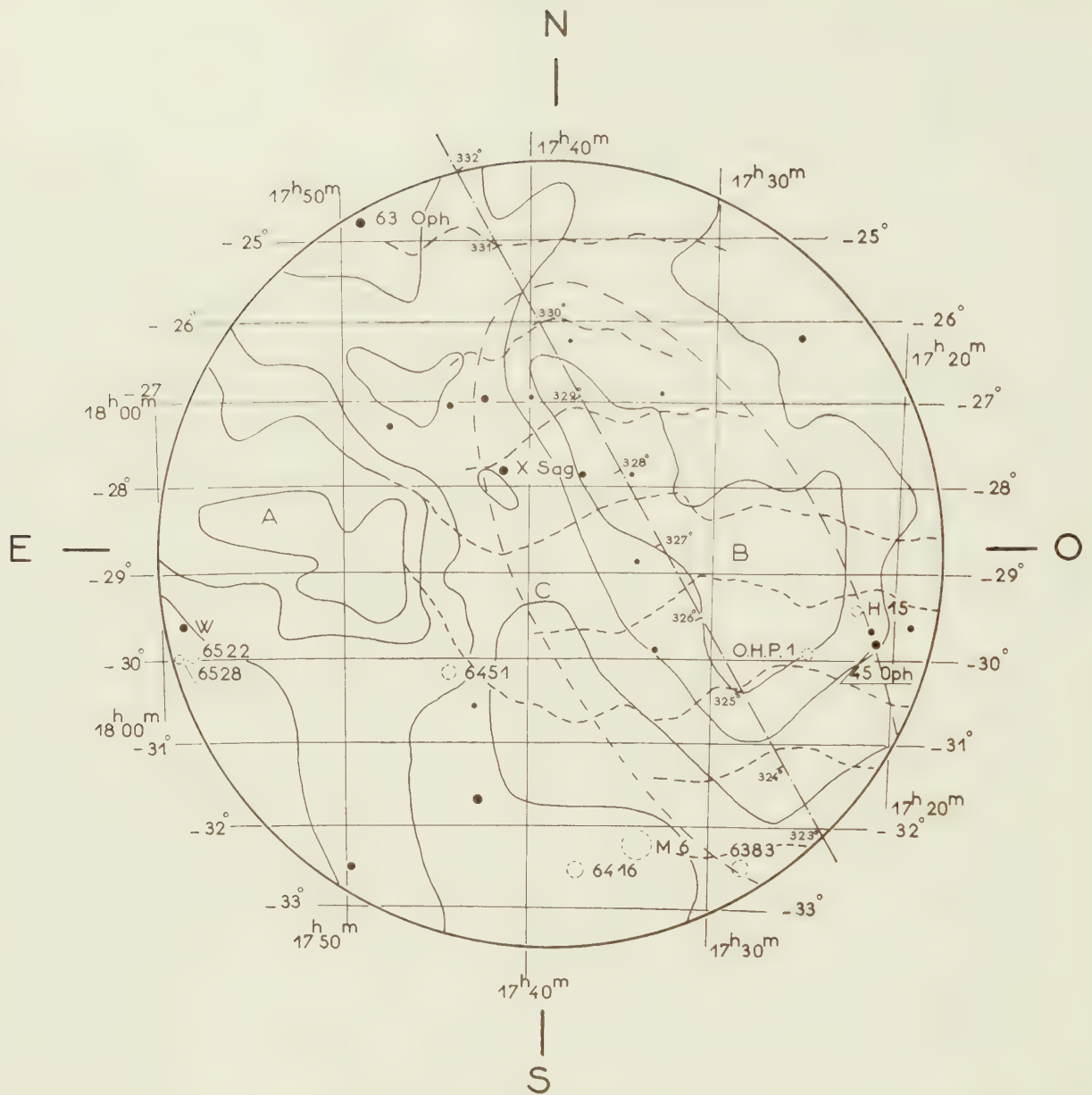


FIG. 19. — Carte représentant les deux groupes d'isophotes en infrarouge de la région centrale de la Galaxie, obtenus par STEBBINS et WHITFORD ($\lambda = 1,03 \mu$, traits interrompus) et KALINIAK, KRASSOVSKY et NIKONOV ($\lambda = 0,98 \mu$, traits continus). Carte d'identification du champ en lumière bleue.

Absorption photographique devant le nuage B

Rappelons brièvement la méthode de calcul appliquée par J. DUFAY [10] pour la détermination de la différence d'absorption interstellaire $b - a$ devant B et A. Comme, ces nuages stellaires, non résolus en étoiles, apparaissent sur les clichés sous l'aspect des plages continues, on calcule $m_B - m_C$ et $m_C - m_A$ entre les régions C, B, A et on tire les

rapports des brillances brutes de ces 3 régions

$$K_B = B_B/B_A \quad \text{et} \quad K_C = B_C/B_A$$

$B_A = N_A \times T_A + LN_A$: la vraie brillance du nuage, avant toute absorption interstellaire.

$B_B = N_B \times T_B + LT_A$: facteur de transmission.

$B_C = N_C \times T_C + LL$: la brillance du ciel nocturne.

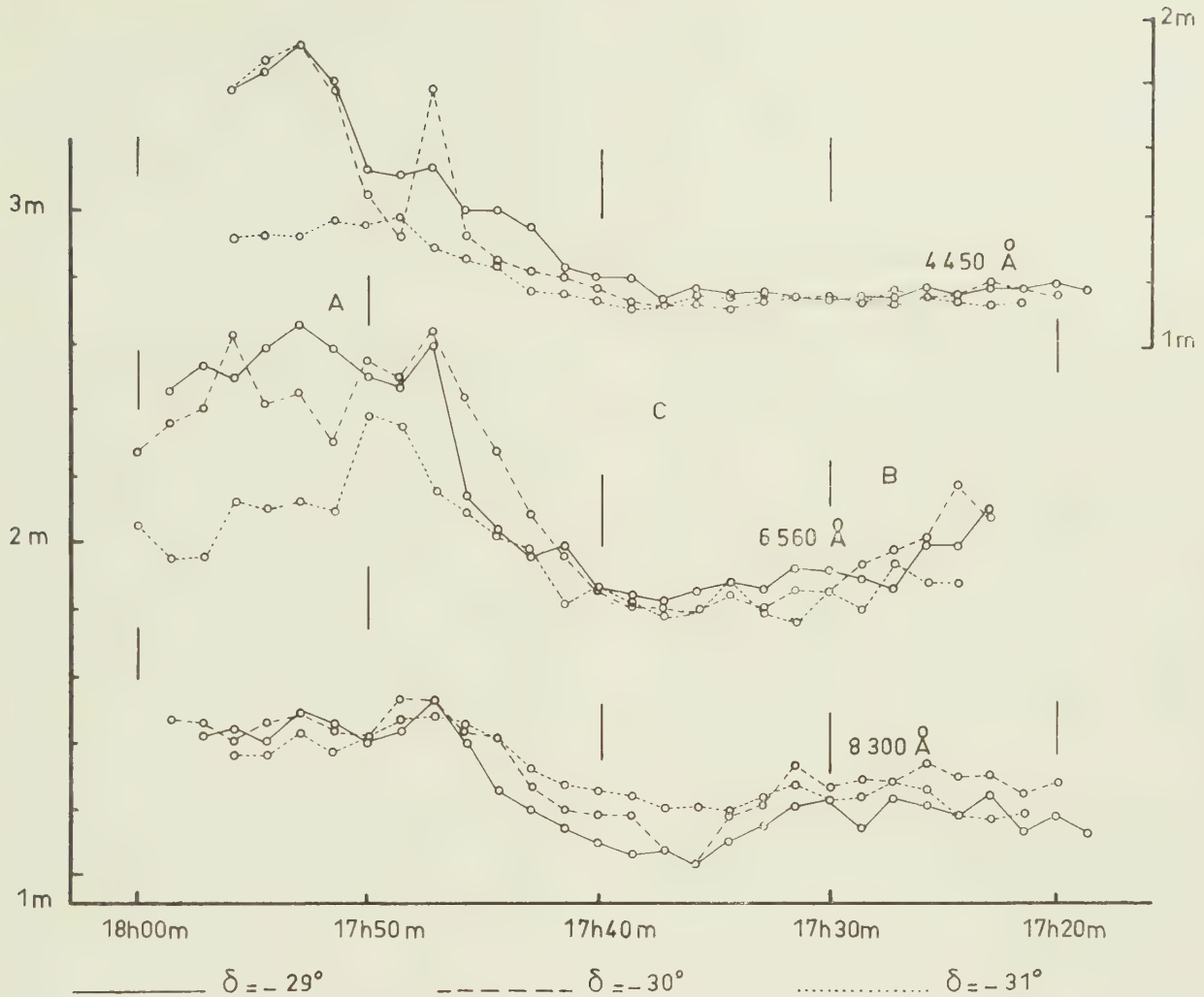


FIG. 20. — Graphiques obtenus par la section des isophotes de la figure 16, pour $\delta = -29^\circ$, -30° et -31° .

ainsi :

$$m_B - m_A = -2,5 \log (B_B/B_A) = -2,5 \log K_B$$

d'autre part, en admettant qu'avant toute absorption interstellaire, les régions A, B et C appartenant à un même nuage d'étoiles, ont la même brillance uniforme N ,

$$\frac{T_B}{T_A} = \frac{K_B - K_C}{1 - K_C}$$

ou

$$b - a = -2,5 \log \frac{K_B - K_C}{1 - K_C}$$

Cette dernière relation est obtenue par une approximation qui néglige le produit $N/L \times T_C$ devant l'unité, ce qui revient à supposer que la brillance de la région sombre C provient uniquement

du ciel nocturne [36]. Cette approximation conduit en principe à une limite inférieure de T_B/T_A donc à une limite supérieure de $b - a$.

La valeur moyenne $b - a$ obtenue pour chaque longueur d'onde, permet d'évaluer indirectement l'absorption photographique devant le nuage stellaire B si a est connue. Mais les objets (étoiles, amas globulaires et variables à courtes et longues périodes) sur lesquels nous avons certaines connaissances sont groupés dans une bande relativement étroite par rapport à l'ensemble que forme ces trois nuages. Il est donc préférable de ne pas étendre à tout le nuage la valeur a , connue uniquement devant l'amas NGC 6522 ($\delta = -30^\circ 04'$), car le but principal de la détermination de b devant B est d'évaluer la distance de l'amas O. H. P. n° 1 ($\delta = -29^\circ 57'$). D'ailleurs, les vraies valeurs de a et b pour la totalité de chacun de ces nuages diffé-

reront très peu (0,2 ou 0,3 magn.) de celles de a et b calculées devant chacun des 2 amas.

Reprenons les mesures des trois groupes de graphiques, obtenues pour $\delta = -29^\circ$, -30° , -31° (tableau V). Pour l'ensemble de ces calculs

TABLEAU V

δ	λ_μ	$m_B - m_A$	$m_C - m_A$	$\frac{m_C - m_A}{m_B - m_A}$
-29°	0,445	0,69	0,76	1,601
	0,656	0,60	0,77	1,283
	0,830	0,27	0,44	1,630
-30°	0,445	0,71	0,78	1,099
	0,656	0,48	0,71	1,479
	0,830	0,20	0,45	2,250
-31°	0,445	0,24	0,26	1,143
	0,656	0,25	0,36	1,440
	0,830	0,21	0,29	1,381
Mesures	0,445	0,59	0,65	1,102
J. DUFAY	0,656	0,50	0,70	1,400
	0,830	0,28	0,47	1,679

d'absorption, la longueur d'onde effective du cliché bleu a été remplacée par 0,445 μ , qui résulte l'effet de l'absorption atmosphérique. La variation du rapport des différences de brillance $m_C - m_A$ et

$m_B - m_A$, calculé pour chaque longueur d'onde est souvent négligeable et les moyennes pour les trois déclinaisons concordent parfaitement avec celles obtenues par les mesures de J. DUFAY. Or, en admettant que la brillance de la région sombre C provient uniquement du ciel nocturne, nous pouvons partir des valeurs mesurées de $m_C - m_A$ à $\delta = -30^\circ$ pour calculer de nouvelles valeurs de $m_B - m_A$ en utilisant les rapports moyens

$$(m_C - m_A)/(m_B - m_A)$$

(tableau VI, colonne 1). Les données de la colonne 6, paraissent bien suivre la loi d'absorption de STEBBINS-WHITFORD-DIVAN. Avec une absorption de $b - a = 2,85$ magn. en bleu, cette loi donnerait pour les deux autres radiations les valeurs de la colonne 7. L'écart de 0,05 et 0,16 magn. entre $b - a$ et $b' - a'$ pour les 0,656 et 0,830 μ peut provenir du fait que nous avons négligé la brillance propre du nuage stellaire dans la région C. Admettant ensuite l'absorption photographique devant l'amas NGC 6522 de $a = 2,15$ magn., nous obtenons la valeur moyenne de l'absorption photographique interstellaire

$$b = 5,00 \text{ magnitudes}$$

devant le nuage B à la hauteur de $\delta = -30^\circ$.

Les valeurs correspondantes pour les deux autres longueurs d'onde sont calculées au moyen de la courbe d'absorption de WHITFORD-DIVAN (colonne 8).

TABLEAU VI

λ_μ	$\frac{m_C - m_A}{m_B - m_A}$	$m_B - m_A$	$m_C - m_A$	k_B	k_C	$b - a$	$b' - a'$	a	b	b'
—	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
0,445	1,114	0,70	0,78	0,525	0,488	2,85	(2,85)	2,15	5,00	5,00
0,656	1,387	0,51	0,71	0,625	0,520	1,65	1,60	1,20	2,80	2,80
0,830	1,754	0,26	0,45	0,787	0,661	1,07	0,91	0,70	1,61	1,62

CHAPITRE V

Recherche des variables dans le nuage B

LES VARIABLES AUTOUR DE L'AMAS NGC 6522

W. BAADE a recherché systématiquement les étoiles variables dans une région limitée du grand nuage du Sagittaire « A ». Les poses de 30 minutes faites, en lumière bleue, au télescope de 250 cm d'ouverture du Mount Wilson, permettaient d'atteindre la magnitude $m_{\text{vg}} = 20,0$. Dans un champ de 0,38 degré-carré, autour de l'amas globulaire NGC 6522, il a décelé, au comparateur à éclipses, 152 variables, soit environ 400 par degré-carré, comprenant 60 à 70 % de RR Lyrae, les autres étant en majorité des longues périodes ou des variables irrégulières [14].

Dans les spires externes de la Galaxie on trouve en général, dans les mêmes conditions, 10 à 12 variables par degré-carré, dont la moitié environ sont des étoiles à éclipses. Viennent ensuite les longues périodes et les irrégulières et les RR Lyrae ne représentent que 1 à 3 % du total. W. BAADE conclut de cet examen que les étoiles observées autour de l'amas appartiennent en majorité à la population II.

Procédant à une étude plus détaillée des clichés de BAADE, S. GAPOSCHKIN [27] a porté le nombre des variables contenues dans la même aire à 285 ($\simeq 750$ par degré carré). Il s'est aussi efforcé de déterminer les périodes et les amplitudes des RR Lyrae. Ces derniers résultats ont été discutés et critiqués par J. B. ALEXANDER [37].

Rappelons enfin que J. J. NASSAU et V. M. BLANCO ont trouvé dans la même région un nombre considérable d'étoiles de la classe M [28].

LES VARIABLES DANS LE NUAGE B

Nous avons procédé à une étude similaire parmi les étoiles du nuage B. Elle rencontrait de bien plus grandes difficultés en raison de l'absorption interstellaire plus grande de 3 magnitudes au moins en lumière bleue. Un bien petit nombre des variables découvertes par W. BAADE étaient, à

leur maximum, plus brillantes que la magnitude photographique 16. Ainsi presque toutes les variables de même éclat absolu visibles sur le nuage A échappent complètement à nos observations en bleu.

La recherche des variables dans le nuage B ne peut donc aboutir que sur nos clichés infrarouges. Or qu'il s'agisse de longues périodes, de Céphéides ou de RR Lyrae, l'amplitude des variations est bien plus petite dans cette région spectrale qu'en bleu. On ne peut donc pas s'attendre à trouver ainsi autant de variables qu'autour de NGC 6522, même si la population stellaire est identique dans les deux régions.

La recherche des variables a été faite pour la plus grande part avec le comparateur à éclipses de l'Observatoire de Nice, que j'ai remis en marche et amélioré. A la fin de mon travail, j'ai disposé d'un nouveau comparateur à éclipses construit pour l'Observatoire de Lyon.

Tous nos clichés rouges et infrarouges ont été comparés entre eux, de même que ceux pris précédemment par J. DUFAY dans les mêmes conditions au télescope de 81 cm (1952-1958) et de 193 cm (1960).

La durée de pose des plaques prises au télescope de 193 cm est uniformément de 20 minutes et les magnitudes limites des étoiles observables dans les meilleures conditions atmosphériques sont, en bleu $m_{\text{vg}} = 19,5$, dans le proche infrarouge $m_{\text{ir}} = 15,3$, d'après l'étalonnage rapporté à la S. A. n° 57. Dans des conditions d'observation moyennes, on peut prendre comme limites $m_{\text{vg}} = 19,2$, $m_{\text{ir}} \simeq 15,0$. Le gain de magnitudes, quand on passe du télescope de 81 cm au télescope de 193 cm, est

$$\Delta m = 2,5 \log (193/81)^2 = 1,88.$$

Il est donc nécessaire de poser environ 6 fois plus, soit 120 minutes pour atteindre les étoiles de 19^e magnitude photographique.

Nous avons décelé ainsi au total 271 variables sur les clichés infrarouges dans une aire de 1,25

degrés carrés, soit 217 par degré carré. 5 seulement d'entre elles sont visibles en bleu, un nombre un peu plus grand en rouge [38 à 40].

La position de ces variables est repérée sur les 9 agrandissements photographiques publiés dans le *Journal des Observateurs* (sous presse).

La densité superficielle des variables sur l'ensemble de la région étudiée n'est pas très inférieure à celle trouvée par W. BAADE dans une aire beaucoup plus petite autour de NGC 6522. Il convient du reste de noter que la densité des variables est 2,6 fois plus grande autour de l'amas O. H. P. n° 1 que de l'amas galactique Trumpler 26, situé à la

limite ouest du nuage B. On trouverait certainement, en se limitant au voisinage de O. H. P. n° 1, une densité nettement plus grande que pour la moyenne du nuage — peut être double — et les densités autour des amas NGC 6522 et O. H. P. n° 1 deviendraient encore plus voisines. Le fait confirme tout à fait l'appartenance du nuage B à la condensation centrale.

La plupart de ces nouvelles variables ont une amplitude atteignant à peu près 1 magn., et doivent être des longues périodes ou des variables irrégulières rouges, intrinsèquement plus lumineuses que les étoiles à courte période.

TABLEAU VII

CLICHÉ N°	DURÉE DE LA POSE (MN)	ÉPOQUE DU MILIEU DE LA POSE	m_{lr}	
			N° 248	N° 249
Pa 234	20	1963, juin 20,994	14,42	14,60
245	20	23,010	14,41	14,50
252	22	24,025	14,32	14,58
258	20	25,995	14,42	14,51
261	20	26,056	14,32	14,48
267	30	26,995	14,30	14,61
273	27	28,962	> 14,33	14,61

Cependant : 29 d'entre elles montrent des variations d'éclat de l'ordre de 0,5 à 0,7 m_{lr} dans un intervalle de 20 à 28 jours. Ce sont les numéros 42, 50, 54, 58, 59, 78, 79, 80, 100, 101, 103, 117, 119, 120, 130, 132, 134, 136, 137, 139, 140, 146, 152, 154, 157, 159, 162, 163 et 164. Il peut encore s'agir d'étoiles irrégulières assez rouges (classe K), d'étoiles du type RV Tauri et sans doute pour une part de Céphéides de la population II, car P. Th. OOSTERHOFF [41] a montré que 70 % des 120 Céphéides cataloguées dans les constellations entourant le centre galactique (aire $\simeq 5000$ degrés carrés) appartiennent à cette population.

Les variables n°s 248 et 249, montrent des changements d'éclat appréciables dans des intervalles de temps très courts. La première est voisine de l'amas O. H. P. n° 1, la seconde appartient probablement à l'amas lui-même. Elles ont été étudiées sur 7 clichés pris, dans d'excellentes conditions atmosphériques, au télescope de 193 cm du 20 au 28 juin 1963. Leurs magnitudes infrarouges, données dans le tableau VII, ont été déterminées à l'aide de 6 étoiles de comparaison voisines, dont

les positions ont été indiquées précédemment [40].

Leurs m_{lr} s'échelonnent entre 13,98 et 14,40. Ne disposant pas de mesures assez précises pour des étoiles plus faibles que $m_{lr} = 14,40$, nous avons dû extrapoler légèrement la courbe d'étalonnage pour atteindre l'étoile N° 249. De ce fait l'éclat de celle-ci a pu être légèrement surestimé, ce qui a put introduire dans l'ensemble des mesures, une erreur systématique de l'ordre de + 0,1 magn.

La réalité des variations ne paraît pas douteuse, malgré leur petitesse (0,12 et 0,13 magn.), car la répétition des mesures montre que l'erreur quadratique moyenne sur les magnitudes ne dépasse pas $\pm 0,02$ magn. De plus, ces variations, se produisant souvent en sens inverse pour les deux étoiles, ne peuvent résulter de quelque imperfection des clichés.

Il s'agit soit des deux premières RR Lyrae observées à l'intérieur du nuage B, soit de variables irrégulières présentant à cette époque une activité notable. Cette question sera discutée au chapitre suivant.

CHAPITRE VI

Distance Soleil — Centre galactique

On peut chercher à obtenir la distance R_0 du Soleil au centre de la Galaxie en prenant la valeur moyenne des distances des objets (amas, étoiles variables) contenus dans les nuages stellaires A et B qui appartiennent l'un et l'autre à la condensation centrale (fig. 19).

1. DISTANCE DE L'AMAS GLOBULAIRE NGC 6522.

Les premières estimations du module de distance apparent $m - M$ de cet amas sont basées sur la distribution des magnitudes de 76 étoiles RR Lyrae de la région [25]. Un maximum de fréquence est observé vers $m_{pg} = 17,5$. En prenant pour les RR Lyrae la magnitude absolue $M_{pg} = 0,0$ magn., la distance de l'amas a été évaluée à 8 ou 9 kiloparsecs suivant la valeur de l'absorption interstellaire $A_{pg} = 2,90$ ou $2,70$ magn. Nous avons déjà vu que l'absorption photographique était probablement surestimée. D'autre part, les recherches récentes indiquent que le point zéro de la relation « période-luminosité » des Céphéides de Population II est déplacé vers $+ 0,4 - 0,5$ magn. L'existence d'une luminosité unique pour les RR Lyrae n'est d'ailleurs pas encore démontrée d'une manière concluante. Cependant, en adoptant dans la relation :

$$(1) \quad \log r = 1/5(\bar{m}_{pg} - \bar{M}_{pg} + 5 - \bar{A}_{pg})$$

les valeurs moyennes, $m_{pg} = 17,5$ magn., $\bar{M}_{pg} = + 0,4$ magn. et $\bar{A}_{pg} = 2,15$ magn., on obtient sans doute une solution valable

$$r = 10 \text{ kiloparsecs.}$$

2. DISTANCE DE L'AMAS GLOBULAIRE
O. H. P. n° 1.

Une étude en infrarouge de la Voie lactée, faite dans des déclinaisons australes [42], montre que dans un champ de 1400 degrés carrés ($230^\circ \leq l \leq 10^\circ$; $-5^\circ \leq b \leq +5^\circ$) l'ensemble des étoiles S, Carbonnée et M (en général) sont des géantes et que le nombre par degré carré des étoiles M est très grand dans le plan galactique avec un net accroissement vers le centre.

D'autre part, E. B. KOSTYAKOVA [43] constate

que la température spectrophotométrique de la Voie Lactée est relativement élevée, environ 7000° , pour la région $100^\circ \leq l \leq 260^\circ$ et qu'elle décroît régulièrement (jusqu'à $3500-4000^\circ$) de $l = 70^\circ - 80^\circ$ vers le centre galactique. Ce rougissement ne provient pas seulement de l'absorption interstellaire : il est réel et résulte de l'accroissement sensible de la proportion des étoiles rouges vers le centre galactique.

D'après ces observations, il est légitime de supposer que les étoiles les plus brillantes de l'amas, seules faiblement visibles en lumière bleue (magnitude photographique environ $m_{pg} = 19,0$ magn) sur les clichés les plus posés, appartiennent aux géantes rouges de la population II, avec une magnitude absolue photographique $\bar{M}_{pg} = -1,1$ magn.

Ayant évalué précédemment à $5,0$ magn. l'absorption photographique (A_{pg}) dans le bleu, devant le nuage stellaire B à la déclinaison $\delta = -30^\circ$ nous pouvons calculer par la relation (1) la distance probable de l'amas globulaire O. H. P. n° 1 ;

$$\bar{r} = 10,5 \pm 0,5 \text{ kiloparsecs.}$$

Il est certain que, dans ce calcul de distance, une imprécision de l'ordre de $0,1$ magn. sur l'un des trois paramètres m , M et A influe fortement sur le résultat. Par exemple, toute en gardant $\bar{M}_{pg} = -1,1$ magn. et en faisant varier seulement $0,1$ magn., la valeur moyenne de m ou de A , on constate que la distance moyenne r croît d'environ $0,5$ kpc si m_{pg} est $0,1$ magn., plus grande et qu'elle subit une décroissance du même ordre ($0,5$ kpc) quand cette augmentation de $0,1$ magn. est appliquée à la valeur de A_{pg} . Il est évident que cette discussion est valable aussi pour la précision de la valeur de l'absorption photographique devant le nuage A, autour de l'amas NGC 6522.

Ceci nous permet de comparer $r = 10,5$ kpc avec la distance $\bar{r} = 8,3$ kpc trouvée par J. DUFAY [36] pour le même amas et de conclure que la différence peut s'expliquer si l'absorption $5,50$ magn., valable en moyenne pour l'ensemble du nuage B, est trop forte pour la région de l'amas. D'ailleurs, nous pouvons chercher l'influence de cette différence de $0,5$ magn. d'absorption sur la distance réelle d'un objet situé à 10 kiloparsecs du Soleil.

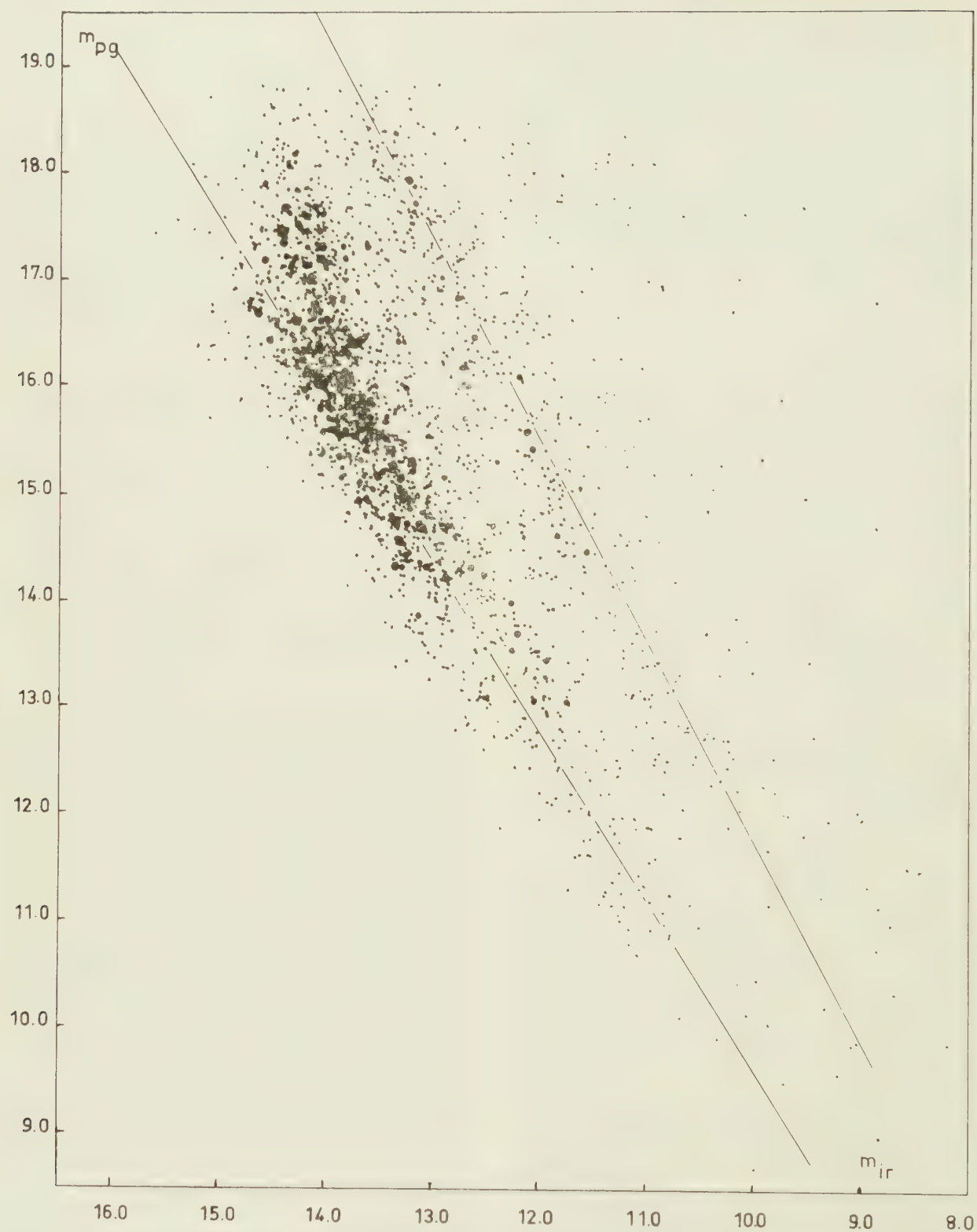


FIG. 21. — Comparaison des magnitudes infrarouges m_{ir} (en abscisses) et photographiques m_{pg} (en ordonnées).

Écrivons

$$\frac{\Delta r}{r} = \Delta(\log_n r) = 2,30 \Delta(\log_{10} r)$$

d'après la relation

$$\log \bar{r} = 0,2(\bar{m} - \bar{M}_{pg}) + I - 0,2 \bar{A}_{pg}$$

nous avons

$$\Delta(\log_{10} r) = 0,2 \Delta(m - M) - 0,2 \Delta A$$

mais la variation de magnitude étant appliquée uniquement à l'absorption, le terme

$$0,2\Delta(m - M)$$

s'annule. Par conséquent, avec

$$\Delta A = + 0,5 \text{ magn.} \quad 0,2 \Delta A = 0,1 \text{ magn.}$$

$$\frac{\Delta r}{r} = 2,30 \Delta(\log_{10} r) = 0,23$$

d'où avec $\bar{r} = 10$ kiloparsecs

$$\Delta r = 2,3 \text{ kpc.}$$

Une incertitude de l'ordre de 0,5 magnitudes sur la valeur de l'absorption interstellaire devant l'amas globulaire NGC 6522, agit directement et dans le même sens sur l'absorption b devant le nuage B et entraîne ainsi une erreur de l'ordre de 40 % sur sa distance.

3. DISTANCE MOYENNE DE 29 VARIABLES A COURTES PÉRIODES.

Nous avons signalé précédemment que parmi les 271 nouvelles variables, 29 montraient des variations d'éclat de l'ordre de 0,5 à 0,7 m_{ir} dans un intervalle de 20 à 28 jours. En adoptant une période moyenne de $P = 10$ jours, la relation « période-luminosité » devrait, en principe, nous permettre d'évaluer la magnitude absolue. Mais, pour les Céphéides de population II, la courbe est assez mal déterminée et il est même possible, d'après P. W. HODGE et F. W. WRIGHT [44], qu'elle diffère d'un amas à l'autre. D'après ces auteurs on peut cependant prendre comme valeur moyenne pour $\log \bar{P} = 1,0$, $\bar{M}_{pg} = -1,5$ en accord avec la courbe de P. P. PARENAGO [45].

Cette valeur concerne la magnitude absolue *photographique* moyenne. Mais, en lumière bleue ces étoiles échappent à nos observations. On sait seulement qu'elles sont en général plus faibles que la magnitude limite $m_{pg} = 19,2$.

La limite inférieure de la distance moyenne r de

ces variables peut être évaluée en parsecs, par la relation (1) en prenant comme magnitude apparente $m_{pg} \geq 19,2$ et comme absorption $\bar{A}_{pg} = 5,50$ valeur qui résulte de la discussion de J. DUFAY [36] et qui est valable en général pour l'ensemble du nuage B à l'exception de quelques régions plus transparentes. On trouve ainsi

$$r \geq 11,0 \text{ kiloparsecs.}$$

4. DISTANCE DES DEUX VARIABLES N° 248 ET 249.

Comme il a été indiqué plus haut, ces variables peuvent être des irrégulières dont les variations sont temporairement rapides, soit des RR Lyrae.

Nous ne connaissons les magnitudes absolues infrarouges ni des unes ni des autres et sommes par suite obligés de passer par l'intermédiaire des magnitudes absolues photographiques connues de ces deux catégories d'étoiles. Mais nous ne disposons que des magnitudes apparentes infrarouges, les étoiles étant invisibles en bleu.

Le graphique reproduit figure 21 montre les variations de m_{ir} en fonction de m_{pg} pour l'ensemble des étoiles étudiées dans les deux couleurs. Une forte concentration des points se produit autour de la droite d'équation

$$m_{pg} = 1,60 m_{ir} - 6,40.$$

Si les deux étoiles 248 et 249 appartenaient à cette famille, leurs magnitudes photographiques seraient voisines de

$$(n^{\circ} 248) \dots m_{pg} = 16,6 \text{ magn.}$$

$$(n^{\circ} 249) \dots m_{pg} = 17,0 \text{ magn.}$$

elles devraient donc être visibles sur les clichés bleus qui, avec la même durée de pose (20 minutes), montrent les étoiles jusqu'à $m_{pg} = 19,5$ magn.

Mais on remarque aussi, sur le même graphique, une concentration de points moins nombreux, au voisinage d'une droite moins bien définie

$$m_{pg} = 1,89 m_{ir} - 7,12$$

qui correspond à des étoiles plus rouges ou probablement plus fortement rougies.

Si les deux étoiles appartenaient à cette seconde famille, leurs magnitudes photographiques seraient de l'ordre de

$$(n^{\circ} 248) \dots m_{pg} = 20,0 \text{ magn.}$$

$$(n^{\circ} 249) \dots m_{pg} = 20,5 \text{ magn.}$$

ce qui rend parfaitement compte de leur absence sur les clichés bleus.

Autour de l'amas NGC 6522, la magnitude moyenne la plus fréquente des RR Lyrae est $m_{pg} = 17,5$. La différence des absorptions photographiques devant les nuages B et A a été trouvée (tableau VI) $b - a = 2,85$, de sorte que les magnitudes des RR Lyrae dans le nuage B seraient en moyenne

$$m_{pg} = 17,5 + 2,85 = 20,35 \text{ magn.}$$

1^{re} hypothèse :

— S'il s'agit de variables irrégulières, probablement de la classe K, leurs magnitudes absolues peuvent être de l'ordre de $\bar{M}_{pg} = +1,0$, ce qui, avec l'absorption $A_{pg} = 5,0$ magn., donne

$$(n^{\circ} 248) \dots r \simeq 6,3 \text{ kpc.} \quad (n^{\circ} 249) \dots r \simeq 7,9 \text{ kpc.}$$

Si elles appartiennent à la population II, leur magnitude absolue est probablement voisine de $\bar{M}_{pg} = 0,0$, d'où

$$(n^{\circ} 248) \dots r = 10,0 \text{ kpc.} \quad (n^{\circ} 249) \dots r = 12,6 \text{ kpc.}$$

2^e hypothèse :

— S'il s'agit de RR Lyrae, la valeur $\bar{M}_{pg}$ actuellement admise (mais peut être différente d'un amas à l'autre ?), conduit à :

$$(n^{\circ} 248) \dots r = 8,3 \text{ kpc.} \quad (n^{\circ} 249) \dots r = 10,5 \text{ kpc.}$$

Ces évaluations de distances ne diffèrent pas suffisamment pour permettre de choisir entre les deux hypothèses. Dans les deux cas la variable n° 248 est la plus proche et pourrait appartenir au bras de spirale le plus interne de la Galaxie étudié récemment par G. W. ROUGOOR [46] sur l'hydrogène neutre et dont l'axe passe à 3 kpc du centre. La variable n° 249, plus éloignée, correspond sans doute à peu près à la distance moyenne du centre de la Galaxie.

Si, pourtant nous cherchons à évaluer les indices de couleur *intrinsèques* des deux variables en prenant comme absorption photographique $A_{pg} = +5,0$ et comme absorption dans le proche infrarouge $A_{ir} = +1,07$ magn. (voir tableau VI), nous trouvons :

$$(n^{\circ} 248) \quad C_{pg-ir}^0 = +3,86$$

$$(n^{\circ} 249) \dots C_{pg-ir}^0 = +4,12.$$

Les deux étoiles sont donc intrinsèquement très rouges : les indices trouvés correspondent mieux à des étoiles de types avancés (K5 ?) qu'à des RR Lyrae, dont le type spectral, variable au cours de la période, est en moyenne F3 — F5. L'hypothèse des variables rouges irrégulières semble donc, à cet égard, plus vraisemblable. Il serait d'ailleurs fort étonnant que deux RR Lyrae seulement soient apparues sur nos clichés, alors que leur fréquence doit être beaucoup plus élevée.

Distance du Soleil au Centre galactique

Les distances obtenues ci-dessus pour l'amas globulaire N. G. C. 6522 du nuage A, pour l'amas O. H. P. n° 1 et les étoiles variables du nuage B sont pour la plupart comprises entre 10 et 11 kpc. On pourra adopter la moyenne

$$R_0 = 10,5 \pm 0,5(?) \text{ Kiloparsecs.}$$

Cette valeur s'accorde fort bien avec celles qui ont été obtenues depuis 1960 par des méthodes très différentes (tableau VIII).

L'Union astronomique internationale a d'ailleurs substitué en 1963 [47] $R_0 = 10$ kpc à la valeur précédemment admise $R_0 = 8,2$ kiloparsecs.

TABLEAU VIII

AUTEURS	RÉFÉRENCES	MÉTHODES	R_0 kpc
G. MUNCH et L. MUNCH	<i>Ap. J.</i> , 131 , 1960, p. 264	Vitesses Radiales	10,0
G. E. KRON et N. U. MAYALL	<i>A. J.</i> , 65 , 1960, p. 617	Amas galact. et extragal.	$12,5 \pm 1,5$
H. L. JOHNSON et S. N. SVOLOPOULOS	<i>Ap. J.</i> , 134 , 1961, p. 873	Vitesses Radiales	10,0
J. C. BRANDT	<i>P. A. S. P.</i> , 74 , 1962, p. 144	Masse de la Galaxie	$10,5 \pm 1,5$
M. J. S. BELTON et J. BRANDT	<i>P. A. S. P.</i> , 74 , 1962, p. 515	Masse, Densité	9,7
H. ARP	<i>Ap. J.</i> , 135 , 1962, p. 973	RR Lyrae, Amas globulaires	9,9
J. D. FERNIE	<i>A. J.</i> , 67 , 1962, p. 769	Amas globulaires	9,3
HERSTMONCEUX Colloque	<i>Observatory</i> , 83 , 1963, p. 150		10,0
G. BURBIDGE	<i>P. A. S. P.</i> , 75 , 1963, p. 68	Masse de la Galaxie	9—12 moy. 10,5
J. C. BRANDT	<i>P. A. S. P.</i> , 75 , 1963, p. 70	Masse de la Galaxie	$9,9 \pm 0,5$
		moyenne ..	10,2 kpc

CONCLUSIONS

1) La mesure des magnitudes bleues et infrarouges ($\lambda_m \simeq 0,44$ et $0,83 \mu$) de 2600 étoiles voisines du centre galactique (nuage « B ») montre que leurs indices de couleur C_{pg-ir} croissent avec leur magnitude photographique. Il en est de même des indices C_{pg-r} pour près d'un millier d'étoiles, dont les magnitudes rouges ont aussi été déterminées ($\lambda_m \simeq 0,64 \mu$). *Plus les étoiles sont faibles, plus elles sont rouges.*

Les étoiles du grand nuage brillant du Sagittaire (nuage « A ») région où l'absorption interstellaire est bien plus petite, se comportent d'une manière analogue. Il s'agit donc fort probablement d'une propriété intrinsèque des étoiles, dont les plus faibles et, en général, les plus lointaines, doivent appartenir à des types spectraux avancés. Ce sont, en majorité, des géantes, car les naines éloignées sont pratiquement invisibles. Ainsi, les nuages A et B semblent peuplés de manière semblable et il est possible que la population II y soit largement représentée.

2) La recherche des étoiles variables met en évidence une autre analogie entre les populations des deux régions. Nous avons trouvé sur nos clichés infrarouges, 217 variables par degré carré, en majorité à longue période ou irrégulières (environ 10 % périodes courtes). Dans une aire plus restreinte, autour de l'amas NGC 6522 (nuage « A »), BAADE avait dénombré 400 variables par degré carré, dont environ 60 % de RR Lyrae. Comme ces dernières échappent à nos observations, la comparaison doit porter uniquement sur les variables de périodes plus longues, dont le nombre serait ainsi de l'ordre de 160 par degré carré. Mais, étudiant une aire plus étendue des clichés de BAADE, S. GAPOSCHKIN trouve, par degré carré, 285 RR Lyrae ; si nous admettons encore que celles-ci représentent 60 % du total des variables, nous trouvons pour les étoiles de périodes plus longues, 190 étoiles par degré carré, nombre tout à fait comparable à celui que nous avons obtenu dans le nuage « B ».

3) Mais l'absorption interstellaire est bien plus grande dans la direction du nuage B que dans celle de la région « A ». Pour celle-ci, la discussion des observations antérieures nous conduit à l'absorption photographique $A_{pg} = 2,15$ magn. devant l'amas NGC 6522. Pour l'ensemble du nuage B

nous retrouvons la valeur $A_{pg} = 5,50$ magn., donné par J. DUFAY. Elle résulte en grande partie de la comparaison photométrique des deux nuages et repose sur une supposition assez arbitraire : l'identité de leurs brillances avant toute absorption ; mais cette hypothèse semble justifiée *a posteriori* par la ressemblance de leurs populations.

Devant l'amas O. H. P. n° 1 les évaluations directes et indirectes nous conduisent à une absorption un peu plus petite : $A_{pg} = 5,00$ magn.

Ce travail n'apporte aucun résultat nouveau concernant la localisation des nuages absorbants. Déjà, B. J. Bok et U. VAN WIJK [31] avaient tiré de leur étude photoélectrique en deux couleurs des étoiles B les absorptions photographiques moyenne $A_{pg} = 1,6$ magn. à 1,5 kpc du Soleil et 1,85 magn. à 2,3 kpc. Ils en concluaient que la plus grande partie de l'absorption était produite, dans cette région, par des nuages distants d'à peine 1 kpc, peut-être attachés au bras de spirale contenant le Soleil.

Les dénombrements d'étoiles par magnitudes photographiques de J. DUFAY [11] suggéraient aussi l'existence de nuages absorbants à un millier de parsecs du Soleil. L'interprétation des mesures photoélectriques de HILTNER [30] portant sur 40 géantes bleues a conduit le même auteur à montrer que l'absorption était pratiquement indépendante à la distance entre 1 et 5,5 kiloparsecs devant le nuage A ($A_{pg} \simeq 2,3$ magn.) et la bande sombre C qui sépare les deux nuages ($A_{pg} \simeq 4,3$ magn.). L'espace paraît ainsi très transparente à partir de 1 kpc du Soleil devant le nuage A, tandis qu'une absorption lointaine importante se manifeste devant la bande C, où elle peut être au total de l'ordre de $A_{pg} = 10$ magn.

4) La distance des nuages absorbants n'intervient d'ailleurs pas pour chiffrer la distance moyenne du Soleil au Centre de la Galaxie. Elle a été évaluée, à partir de nos mesures, à $R_0 = 10,5 \pm 0,5$ (?) kiloparsecs, en bon accord avec l'ensemble des recherches récentes.

5) Pour approfondir nos connaissances sur la condensation centrale de la Galaxie, il conviendrait avant tout de reprendre son étude dans l'hémisphère austral, à une latitude où elle passe

près du zénith et peut être observée pendant une période plus longue de l'année, dans des conditions beaucoup plus favorables qu'en Haute Provence.

Il serait aussi du plus grand intérêt d'obtenir, dans le proche infrarouge et le rouge, des spectres des étoiles du nuage B. L'emploi d'un prisme objectif de petit angle, monté devant un télescope Schmidt d'assez grand diamètre et associé à un filtre éliminant les courtes longueurs d'onde, pourrait conduire à des résultats utiles, malgré le chevauchement des spectres qu'occasionnerait forcément la grande densité superficielle des étoiles. Au moins pourrait-on procéder, à l'étude individuelle d'un certain nombre d'étoiles suffisamment brillantes en projetant leur image, avec un grand instrument, sur la fente d'un spectrographe. Dans ce but la caméra électronique remplacerait avec beaucoup d'avantage la plaque photographique.

Elle seule permettrait enfin de déceler les RR Lyrae du nuage B et d'étudier utilement leurs variations. La photographie infrarouge directe permettrait sans doute de les atteindre, mais seulement avec de longues poses qui auraient pour effet d'amortir considérablement leurs variations, dont l'amplitude est déjà fort petite dans le domaine des grandes longueurs d'onde.

REMERCIEMENTS

Je désire exprimer ma respectueuse reconnaissance

— à M. le Pr J. DUFAY, Directeur de l'Observatoire de Lyon et de Haute Provence, qui m'a suggéré ces recherches et les a dirigées, et dont les conseils m'ont permis de surmonter les nombreuses difficultés rencontrées au cours de cette étude ;

— à M. le Pr Ch. FEHRENBACH, Directeur de l'Observatoire de Marseille et Directeur-adjoint de l'Observatoire de Haute Provence, pour l'intérêt avec lequel il a suivi mon travail et surtout pour l'aide qu'il m'a apportée en mettant à ma disposition des clichés qu'il a fait prendre au prisme-objectif de l'Observatoire d'Afrique du Sud ;

— à M. le Pr J. C. PECKER, Directeur de l'Observatoire de Nice, qui a bien voulu m'accorder des missions dans son Observatoire, et mettre à ma disposition un comparateur à éclipses.

Je remercie M. le Pr S. GAIOSCHKIN, pour les renseignements qu'il m'a communiqué sur ses travaux concernant l'amas globulaire N. G. C. 6522.

J'exprime ma gratitude à M^{lle} M. BLOCH, qui a bien voulu accepter de me mettre au courant des méthodes d'observation photographique.

Manuscrit reçu le 1^{er} septembre 1965.

RÉFÉRENCES

- [1] STEBBINS J. et WHITFORD A. E., 1947, *Ap. J.*, **106**, 235.
- [2] KALINIAK A. A., KRASSOVSKY W. J. et NIKONOV B., 1949, *C. R. (Doklady) Acad. Sc. U. S. S. R.*, **66**, n° 1, 25 et 1950, *Izvestia Observatoire de Crimée*, **6**, 119.
- [3] KHOLOPOV P. N., 1950, *J. Astr. U. S. S. R.*, **27**, 110.
- [4] DUFAY M., 1957, *Comptes Rendus*, **244**, 364.
- [5] DUFAY J., BIGAY J. H. et BERTHIER P., 1952, *Comptes Rendus*, **235**, 120.
- [6] DUFAY J., BIGAY J. H., BERTHIER P. et TEXERAU J., 1952, *Comptes Rendus*, **235**, 1284.
- [7] DUFAY J., 1952, *Sky and Telescope*, **12**, 41.
- [8] OSTERBROCK D. et SHARPLESS S., 1952, *Ap. J.*, **115**, 140.
- [9] DUFAY J., BERTHIER P. et MORIGNAT B., 1954, *Comptes Rendus*, **239**, 478.
- [10] DUFAY J., 1956, *Vistas in Astronomy*, London, **2**, 1539.
- [11] DUFAY J., 1957, *Astronomie*, **71**, 265.
- [12] DUFAY J., 1957, *Acta Astronomica Sinica*, **5**, 182.
- [13] DUFAY J., 1959, *Comptes Rendus*, **248**, 647.
- [14] BAADE W., 1946, *Pub. A. S. P.*, **58**, 249.
- [15] KRON G. E. et SMITH J. L., 1951, *Ap. J.*, **113**, 338.
- [16] SEARES F. H., KAPTEYN J. C. et VAN RHIJN P. J., 1930, *Mount Wilson Catalogue of Photographic magnitudes in Selected Areas 1 — 139*. Washington.
- [17] STEBBINS J., WHITFORD A. E. et JOHNSON H. L., 1950, *Ap. J.*, **112**, 474.
- [18] HAFNER H., 1953, *Nachrichten des Akad. des Wissenschaften in Göttingen Math. Phys.*, **4**, 49.
- [19] KWEE K. K., 1962, *Annalen van de sterrewacht te Leiden*, **22**, 9.
- [20] *Annals of Harvard College Observatory*, 1918, **101**, 151.
- [21] Oxford, 1949.
- [22] *Bergedorfer Spectral Durchmusterung*, 1947, **3**, 167.
- [23] DYSON F. W., *Greenwich Roy. Obs., Photographic magnitudes of stars brighter than 14,0 magn. in Kapteyn Selected Areas*.
- [24] STOCK J. et WEHLAU W. H., 1956, *A. J.*, **61**, 80.
- [25] BAADE W., 1951, *Publ. of the Obs. of the Univ.*

- of Michigan, *The structure of the Galaxy*, 10.
- [26] BAADE W., 1958, *Recherche Astr. Vaticana*, n° 5, 61 et 329.
- [27] GAPOSCHKIN S., 1956, *Variable stars, U. S. S. R.*, 10, 337.
- [28] NASSAU J. J. et BLANCO V. M., 1956, *Ap. J.*, 128, 48.
- [29] TERZAN A., 1963, *Notes et Informations*, 14, 37.
- [30] HILTNER W. A., 1954, *Ap. J.*, 120, 41.
- [31] BOK B. J. et VAN WIJK U., 1952, *A. J.*, 57, 221.
- [32] STEBBINS J. et WHITFORD A. E., 1962, *A. J.*, 67, 37.
- [33] DUFAY J. et BIGAY J. H., 1959, *Comptes Rendus*, 248, 2162.
- [34] KRON G. E. et MAYALL N. U., 1960, *A. J.*, 65, 581.
- [35] WHITFORD A. E., 1961, *Pub. A. S. P.*, 73, 94.
- [35] WHITFORD A. E., 1958, *A. J.*, 63, 201.
- [36] DUFAY J., 1960, *Ann. d'Astr.*, 23, 451.
- [37] ALEXANDER J. B., 1960, *The Observatory*, 80, 110.
- [38] TERZAN A., 1963, *Comptes Rendus*, 256, 1080.
- [39] TERZAN A., 1964, *Comptes Rendus*, 258, 456.
- [40] TERZAN A., 1964, *Comptes Rendus*, 259, 4513.
- [41] OOSTERHOFF P. Th., 1956, *Bull. Astr. Inst. Netherlands*, 13, 67.
- [42] WESTERLUND B. E., 1964, *I. A. U. Symposium*, n° 20, 160.
- [43] KOSTYAKOVA E. B., 1964, *Astr. Journal U. S. S. R.*, 41, 505.
- [44] HODGE P. W. et WRIGHT F. W., 1963, *Ap. J.*, 137, 372.
- [45] PARENAGO P. P., 1958, *Hand. Physik*, 51, 378.
- [46] ROUGOOR G. W., 1964, *Bull. Astr. Inst. Netherlands*, 17, 381.
- [47] *I. A. U. Information Bulletin*, 1963, 11, 11.

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Photométrie photoélectrique U. B. V. de la Selected Area no. 57

VU

Les membres du Jury,

J. DUFAY,

M. DUFAY,

J. BIGAY.

VU ET **APPROUVÉ**

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

M. BRACONNIER

VU ET ACCORDÉ LE PERMIS D'IMPRIMER

Lyon, le 10 mai 1965.

Le Recteur,

Président du Conseil de l'Université.

P. LOUIS

